INSTITUTO FEDERAL
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Nilópolis

Licenciatura em Química

Arielle Lima de Carvalho

CONTRIBUIÇÕES CHINESAS À QUÍMICA: um estudo da estrutura atômica sob um viés histórico e cultural

Nilópolis
2024

ARIELLE LIMA DE CARVALHO

CONTRIBUIÇÕES CHINESAS À QUÍMICA: um estudo da estrutura atômica sob um viés histórico e cultural

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Cardoso Messeder

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

C331c Carvalho, Arielle Lima de
Contribuições chinesas à química : um estudo sobre a estrutura atômica sob um viès histórico e cultural / Arielle Lima de Carvalho - Nilópolis, 2024.
65 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Jorge Cardoso Messesder.
Trabalho de conclusão de curso (graduação), Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2024.

1. Alquimia - China. 2. Estrutura atômica - História. 3. Química - Estudo e ensino. 4. Estrutura atômica - Aspectos culturais. 5. Sequência didática. I. Messesder, Jorge Cardoso , **orient**. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615

ARIELLE LIMA DE CARVALHO

CONTRIBUIÇÕES CHINESAS À QUÍMICA: um estudo da estrutura atômica sob um viés histórico e cultural

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovado em 23 / 09 / 24 .

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
JORGE CARDOSO MESSEDER
Data: 27/09/2024 10:17:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Jorge Cardoso Messeder – (Orientador)

Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
gov.br
DENISE LEAL DE CASTRO
Data: 27/09/2024 18:26:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dra. Denise Leal de Castro – (Membro Interno)

Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
gov.br
MICHELLE COSTA DA SILVA
Data: 07/10/2024 16:30:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dra. Michelle Costa da Silva – (Membro Interno)

Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Em memória da minha avó que sempre deu o seu máximo por mim, me apoiou, cuidou de mim quando eu ainda não conseguia e me ensinou a sempre me levantar mesmo quando tudo parecia desmoronar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que, por meio de Nossa Senhora, sempre esteve presente em minha vida e iluminou meu caminho em momentos de escuridão.

À minha mãe, Izabel Cristina Carvalho, por ter passado todos os momentos de alegria, tristeza e estresse ao longo desses anos de graduação ao meu lado, por sempre me incentivar a lutar por um futuro melhor, por ser o meu modelo de trabalho duro e bondade e por sempre estar ao meu lado.

Ao meu pai, Marco Aurélio Carvalho, por sempre se preocupar com meus estudos e por servir, assim como minha mãe e irmã, como uma inspiração em minha vida.

À minha irmã, Karine Carvalho, por me incentivar a ir estudar no IFRJ, por ser um exemplo para mim e por todos os conselhos durante as madrugadas quando eu estava em desespero ou extremamente estressada.

Ao meu orientador, Jorge Messeder, por todos os ensinamentos durante os anos de graduação, pela paciência e trabalho essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha avó, Léa Sarmento, que veio a falecer no último ano e sempre me buscava na escola, me esperava por horas no curso de inglês, rezava por mim todos os dias e me ensinou muito sobre o amor incondicional.

Ao Prof. Dr. Robson Fernandes de Farias que enviou diversos artigos e livros usados para a elaboração do livro “História da Alquimia” de modo a contribuir fortemente para a confecção deste trabalho.

A todos os professores do IFRJ, ressaltando as professoras Michelle Silva, Augusta Zana, Isabel Ostrower e Denise Leal e os professores Flávio Violante, Guilherme Vergnano, Jorge Messeder e Bruno Di Lello que me ensinaram muito sobre química, educação, pesquisa e me deram lições valiosas de vida.

Aos meus amigos, Kremmellin Barbosa, Alisson Ferreira e Daniel Vida, que sempre me alegraram e me ajudaram durante esses anos de graduação.

"Se quiseres acordar toda a humanidade, então acorda-te a ti mesmo, se quiseres eliminar o sofrimento no mundo, então elimina a escuridão e negativismo em ti próprio. Na verdade, a maior dádiva que podes dar ao mundo é aquela da tua própria autotransformação."

Lao Tzu

RESUMO

A pesquisa apresentada neste Trabalho de Conclusão de Curso aborda estudos de ancestrais chineses, que influenciados por concepções filosóficas e religiosas do taoismo, empenharam-se em desenvolver o elixir da vida eterna. Nesse processo, os antigos chineses criaram a pólvora, que seria adicionada aos fogos de artifício, e desenvolveram receitas de chamas coloridas. Com base nessa premissa, vem a pergunta: É possível correlacionar o ensino de estrutura atômica com aspectos da cultura chinesa? Na busca por resposta à questão, a autora procurou identificar, por meio de um viés histórico e cultural, a contribuição dos alquimistas taoístas para o 'Teste de Chamas' no ensino do conteúdo de estrutura atômica. Buscou-se, mediante uma pesquisa bibliográfica, a existência de relações entre o conteúdo de estrutura atômica e a alquimia taoísta, a partir de artigos, dissertações e livros didáticos resultantes da busca por descritores "Alquimia Chinesa" e "Fogos de Artifício". As fontes de consultas foram artigos e dissertações disponíveis nos portais "Google Acadêmico" e "Catálogos de Teses e Dissertações", nos últimos cinco anos. Para averiguar as ligações entre a sapiência científica, cultura, história chinesas e a temática estrutura atômica, foram investigados três livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021. Por fim, propôs-se uma Sequência Didática para o estudo dos tópicos de estrutura atômica sob uma perspectiva cultural e filosófica dos mestres taoístas. Como resultados, não foram encontrados artigos que traziam relações entre a alquimia chinesa e os conhecimentos de estrutura atômica. A análise dos materiais da PNLD 2021, mostrou a ausência de relações entre a ciência química e estudos de alquimistas chineses e a Sequência Didática elaborada buscou atribuir uma abordagem cultural e histórica às aulas de química. A pesquisa desenvolvida, além de possibilitar uma relação da cultura chinesa com o ensino de tópicos disciplinares sobre a estrutura atômica, permite que a Química seja discutida nas salas de aula em um viés de combate à xenofobia.

Palavras-chave: Teste de Chamas; Estrutura Atômica; Alquimia Chinesa; Ensino de Química; Sequência Didática.

ABSTRACT

The research presented in this Final Course Paper addresses studies of chinese ancestors who, influenced by philosophical and religious concepts of taoism, strove to develop the elixir of eternal life. In this process, the ancient chinese created gunpowder, which would be added to fireworks, and developed recipes for colored flames. Based on this premise, the question arises: Is it possible to correlate the teaching of atomic structure with aspects of chinese culture? In the search for an answer to this question, the author sought to identify, through a historical and cultural bias, the contribution of Taoist alchemists to the 'Flame Test' in teaching the content of atomic structure. Through bibliographic research, the existence of relationships between the content of atomic structure and taoist alchemy was sought, based on articles, dissertations and textbooks resulting from the search for descriptors "Chinese Alchemy" and "Fireworks". The sources of the research were articles and dissertations available on the "Google Scholar" and "Catálogos de Teses e Dissertações" portals from the last five years. To investigate the connections between chinese scientific knowledge, culture, history and the topic of atomic structure, three chemistry textbooks approved by the Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021 were investigated. Finally, a Didactic Sequence was proposed for the study of atomic structure topics from a cultural and philosophical perspective of the taoist masters. As a result, no articles were found that brought relationships between chinese alchemy and knowledge of atomic structure. The analysis of the PNLD 2021 materials showed the absence of relationships between chemical science and studies of Chinese alchemists, and the Didactic Sequence developed sought to attribute a cultural and historical approach to chemistry classes. The research developed, in addition to enabling a relationship between chinese culture and the teaching of disciplinary topics on atomic structure, allows chemistry to be discussed in classrooms with a view to combating xenophobia.

Keywords: Flame Test; Atomic Structure; Chinese Alchemy; Chemistry Teaching; Following Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Resultados do descritor “Alquimia Chinesa” no Google Acadêmico . . 32
Quadro 2 – Resultados do descritor “Fogos de Artifício” no Google Acadêmico . . 33
Quadro 3 – Quantidade de artigos sobre “Fogos de Artifício” por área e ano 34
Figura 1 – Capa e apresentação dos autores do livro 1 36
Figura 2 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 1 36
Figura 3 – Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 1 37
Figura 4 – Metade superior da segunda parte do sumário do livro 1 37
Figura 5 – Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 1 38
Figura 6 – Primeira parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos 39
Figura 7 – Segunda parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos 39
Figura 8 – Terceira parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos 40
Figura 9 – Primeira parte do conteúdo sobre cores, visão e chamas 41
Figura 10 – Segunda parte do conteúdo sobre cores, visão e chamas 41
Figura 11 – Primeira parte das atividades disponíveis no material 42
Figura 12 – Segunda parte das atividades disponíveis no material 43
Figura 13 – Capa e apresentação dos autores do livro 2 43
Figura 14 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 2 44
Figura 15 – Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 2 45
Figura 16 – Metade superior da segunda parte do sumário do livro 2 45
Figura 17 – Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 2 46
Figura 18 – Capa e apresentação dos autores do livro 3 46
Figura 19 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 3 47
Figura 20 – Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 3 47
Figura 21 – Metade superior da segunda parte do sumário do livro 3 48
Figura 22 – Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 3 48
Figura 23 – Primeira parte sobre os espectros atômicos 49
Figura 24 – Segunda parte sobre os espectros atômicos 50
Figura 25 – Primeira parte sobre o modelo de Rutherford-Bohr 51
Figura 26 – Segunda parte sobre o modelo de Rutherford-Bohr 51
Figura 27 – Primeira parte da proposta de prática dada pelo livro 52
Figura 28 – Segunda parte da proposta de prática dada pelo livro 52
Figura 29 – Primeira página do roteiro 54

Figura 30 – Segunda página do roteiro 55
Figura 31 – Terceira página do roteiro 56
Figura 32 – Quarta página do roteiro 57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 OBJETIVOS DA PESQUISA 16
2.1 OBJETIVO GERAL 16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17
3.1 FUNDAMENTOS DO TAOISMO 17
3.2 ENSINO DE ESTRUTURA ATÔMICA COM TESTE DE CHAMAS . . . 19
3.3 COLONIALIDADE NO ENSINO 22
4 METODOLOGIA 25
4.1 ETAPA 1: PESQUISA EM FORMATO ESTADO DO CONHECIMENTO . 25
4.2 ETAPA 2: INVESTIGAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA . 27
4.3 ETAPA 3: ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA 29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 31
5.1 ETAPA 1 31
5.1.1 Google Acadêmico 31
5.1.2 Catálogo de Teses e Dissertações 34
5.2 ETAPA 2 35
5.2.1 Livro 1 36
5.2.2 Livro 2 43
5.2.3 Livro 3 46
5.3 ETAPA 3 53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a necessidade de contextualização das Ciências da Natureza através de um viés social, cultural, ambiental e histórico, buscando ressaltar que o ensino de ciências deve ir além do aprendizado conceitual usualmente adotado nas redes de ensino brasileiras (Brasil, 2018). Contudo, conforme debatido por Cruz e Oliveira (2016), um dos grandes obstáculos a serem superados pela educação brasileira é a supervalorização de produções científicas europeias em detrimento de suas raízes culturais em países subjugados pela colonização, não apenas em âmbito territorial, mas tratando-se de suas produções de conhecimento.

Fraser (2006), em seu diálogo sobre reconhecimento e redistribuição, explica que a raça é um modo bivalente de coletividade, possuindo tanto dimensões econômico-políticas quanto culturais-valorativas. Sendo assim, ao destacar a dimensão cultural-valorativa, as buscas por reconhecimento tendem a se pautar na diferenciação dos grupos pela valorização dos invisibilizados**.** O presente trabalho buscou incentivar a valorização da história e cultura dos ancestrais chineses pioneiros na criação de técnicas de análise química e estimular reflexões acerca da relação entre o conteúdo de estrutura atômica e a reprodução de desigualdades nas produções científicas por acreditar-se que livros didáticos, artigos, teses e dissertações, não costumam trazer essas contribuições.

Canônico (2024) destaca que a relação bilateral entre o Brasil e a China vive seu ápice após cinco décadas de relações diplomáticas, vista a compra de 30,7% das exportações do país sul-americano. Contudo, a cooperação entre os dois países não se restringe apenas às exportações, pois segundo Ceyhan (2023):

> Atualmente, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) coopera com a China por meio do Programa de Cooperação Estratégica com o Sul Global (Coopbrass). Nos últimos cinco anos, foram registrados 314 bolsistas da Capes na China, entre bolsas de doutorado pleno no exterior, doutorado-sanduíche, especialização, estágio sênior, graduação sanduíche, pós-doutorado e professor visitante sênior. (Ceyhan, 2023)

O Grupo de Pesquisa CNPQ Geopolítica e Mercosul (2021)[1] ressalta que, mesmo não sendo recentes os investimentos chineses na inauguração de escolas em território brasileiro e sabendo-se que a China busca há anos expandir sua influência no território sul-americano pela implementação de um ensino de referência internacional seguindo os modelos chineses, setores da sociedade brasileira passaram a expressar xenofobia contra pessoas com fisionomias asiáticas com a chegada da COVID-19 e mediante falas do ex-presidente Jair Bolsonaro.

A perda de diversos acordos com a China ocorreu durante o último governo perante ataques do ex-presidente, seus aliados e apoiadores, contra o maior parceiro comercial do Brasil sob a justificativa de uma iminente "ameaça comunista" que supostamente motivaria o desgosto de Bolsonaro ao governo chinês (Grupo de Pesquisa CNPQ Geopolítica e Mercosul, 2021).

O livro 'Fireworks and Other Chinese Inventions'[2] de Deborah Kops (2006) explica que os chineses utilizavam bambu para a produção de fogos de artifício simplificados. Esse material explode mediante aquecimento pela expansão do ar no seu interior, o que produz um som alto que os chineses acreditavam espantar os maus espíritos. Contudo, nas buscas pela obtenção da vida eterna e pela formulação da "Pedra Filosofal" no período entre o oitavo e o décimo primeiro século, é relatado que os alquimistas taoistas acabaram causando uma explosão ao misturarem carvão, enxofre e salitre (nitrato de potássio), mistura essa que viria a ser chamada de pólvora, uma mistura inflamável produtora de gases expansíveis. (Leembruggen *et al.*, 2022)

A pesquisa relatada neste Trabalho de Conclusão de Curso aborda os alquimistas chineses através do estudo das raízes filosóficas do Taoísmo, que se

[1] Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/geomercosul/2021/05/14/chega-ao-brasil-a-1a-escola-chinesa-uma-historia-sobre-excelencia-superacao-e-soft-power/. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

[2] 'Fireworks and Other Chinese Inventions' (2006) está disponível apenas em seu idioma original, o inglês, no site "Internet Archieve". Disponível em: <https://archive.org/details/fireworksotherch0000kops/mode/1up?view=theater>. Acesso em: 10 set. 2023.

pauta na existência de forças contrárias, Yin e Yang, constituintes do universo espiritual e físico. Sua motivação pela crença na descontinuidade da vida espiritual após a morte do corpo físico tornou essencial o desenvolvimento de uma pílula constituída por “substâncias vitalizadoras” infundidas de Tao que conferiria, quando consumida, a vida eterna (Johnson,1881). Diante do exposto, pergunta-se: é possível correlacionar o ensino de estrutura atômica com aspectos da cultura chinesa?

Macedo (2004) debate o caráter eurocêntrico do conhecimento escolar, ressaltando que a reflexão das produções lidera compreensões de como relações de poder são naturalizadas e demarcam fronteiras entre culturas diferentes. Sendo assim, a autora compreende que a análise de livros didáticos deve ir além de um viés conteudista, mas abranger os locais onde situam os sujeitos com quem dialogam. Portanto, a ciência deve possuir um caráter universal, explicitando a pluralidade de conhecimentos norteadores de seu desenvolvimento e criando no aluno uma identificação com os produtores da ciência.

Pesquisas que contribuem com o aprendizado da diáspora chinesa no Brasil apontam que o Brasil é o lar de mais de 200 mil chineses ultramarinos. Contudo, a Folha de São Paulo publicou em 2020 uma matéria nomeada ‘Imigração chinesa no Brasil completa 120 anos ainda como alvo de racismo’, onde explicita a criação de uma lei em 1895 que excluía asiáticos da força de trabalho desejável no Brasil seguido por uma imigração de chineses para o trabalho em lavouras. Segundo a Folha de São Paulo (2020):

> Estima-se terem chegado cerca de 3.000 chineses ao longo de todo o século 19 no Brasil; o número pequeno não livrou os trabalhadores chineses, ou “chins”, como eram chamados, de aparecerem em publicações associados a estereótipos carregados de racismo científico comum à época e em discussões sobre políticas migratórias. (Folha de São Paulo, 2020)

Com o aumento da popularidade do Covid-19, mesmo antes de sua chegada ao Brasil, os sino-brasileiros já relatavam diversos casos de racismo em território

brasileiro[3], durante esse período, discursos odiosos classificaram os hábitos alimentares dos chineses como “primitivos” ou “selvagens” (Sacramento, Monari e Chen, 2020). Isso se relaciona com a pesquisa de Macedo (2004) que, ao analisar um livro científico, percebeu uma distinção entre o personagem principal, um menino branco de classe média, e o povo que ele observa em um dos quadrinhos. Nesse material, cria-se uma distinção entre o branco ocidental, detentor do conhecimento científico, e as outras raças, ausentes de civilização e refinamento.

Cruz e Oliveira (2016) explicitam que o currículo escolar é fruto da construção social, sendo contemplado pela reprodução cultural e social. Portanto, a educação é um modelo histórico e político proveniente dos interesses sociais, políticos, econômicos, culturais e de poder. Os autores conferem ao conteúdo curricular a capacidade de formar uma sociedade cidadã e consciente dos grupos excluídos nos bancos escolares e nos livros. Destaca-se, portanto, a nona competência geral da Base Nacional Comum Curricular (2018):

> Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza. (Brasil, 2018)

Sabendo-se que a BNCC busca através da elaboração das Competências Gerais da Educação Básica conferir ao aluno autonomia no seu processo de ensino aprendizagem e valorizar os conhecimentos historicamente construídos colaborando para a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva (Brasil, 2018, p. 9) e que a utilização de atividades de pesquisa e reconhecimento norteiam a base das produções do conhecimento científico, faz-se necessária a inserção de tais atividades no currículo escolar.

---

[3] O texto ‘Pandemia Revela Outras Faces da Xenofobia’ de Raquel Torres (2021) para a Revista Eletrônica de Jornalismo Científico aborda a história dos imigrantes chineses no Brasil e relata algumas das situações sofridas após o início da pandemia de Covid-19. Disponível em: <https://www.comciencia.br/pandemia-revela-outras-faces-da-xenofobia/>. Acessado em: 15 mai. 2024.

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar, por meio de um viés histórico e cultural, a contribuição dos alquimistas taoístas para o 'Teste de Chamas' no ensino do conteúdo de estrutura atômica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se as relações entre o conteúdo de estrutura atômica e as contribuições dos ancestrais chineses são discutidas em publicações cientificas;
- Investigar três livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021 na busca de relações do ensino de química com a cultura e história chinesas;
- Elaborar uma Sequência Didática para o ensino do conteúdo de estrutura atômica sob o viés cultural e filosófico dos mestres taoístas que possibilite o combate à xenofobia.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 FUNDAMENTOS DO TAOISMO

Lao Tzu é descrito como o fundador do Taoísmo, uma doutrina religiosa e filosófica que fundamenta os costumes e os preceitos chineses. Ele não era um mito ou um deus, embora seu nome seja vinculado a diversas histórias de cunho místico. Registros históricos suficientes provam que ele era apenas um homem que faleceu no ano 517 a.C. Segundo antigos relatos chineses, Lao Tzu, desejando uma vida isolada por não valorizar a fama, migrou para a passagem de Han Ku ao perceber que a dinastia Chou estava decaindo, abandonando seu posto como guardião dos arquivos reais. Ao chegar à Han Ku, Yin Hsi, o guardião da passagem, pediu que Lao escrevesse um livro para sua instrução, sendo assim, o fundador do Tao, concedeu a ele um livro dividido em duas partes denominado “Tao-Te Ching” que explicava o sentido do Tao e do Tê. Depois disso, não existem relatos históricos confiáveis que expliquem como sua vida terminou (Johnson, 1881, p.8-12).

De acordo com Johnson (1881), acreditava-se que no início não existia nada, contudo, com o tempo a matéria primária começa a existir. Essa matéria começou a girar e se dividiu em duas partes, uma bruta e pesada que precipitou e formou a terra e outra boa e leve que permaneceu em suspensão formando os céus. Sendo o primeiro o Yin e o segundo Yang, os dois poderes reguladores que combinados formam a alma do universo. Yin era o elemento feminino, nele estavam os fenômenos indesejáveis, como o frio, a escuridão e a frieza, já Yang era o elemento masculino, representante de qualidades em oposição às do Yin. Yin e Yang estão divididos em almas e espíritos, chamados de ‘shen' e ‘kwei’, sendo assim, o nascimento do homem é fruto da infusão dessas almas e a sua morte leva o shen a retornar ao Yang e o kwei a voltar para o Yin, portanto, o corpo humano é como o céu e a terra, composto por cinco elementos.

Os taoístas acreditam que o elemento Yang se tornou o Tao, dessa forma, sua linha de raciocínio os levou a acreditar que se certas substâncias eram mais infundidas de Tao do que outras, ao consumissem substâncias com maior

concentração de Tao sua essência espiritual seria revigorada e a essência física refinada. Se o consumo fosse frequente e de uso correto, o homem iria revigorar sua alma cada vez mais e refinar ao máximo sua essência, o que levaria a vida eterna. Contudo, escritas encontradas mostram uma categoria extensa de substâncias que tinham sua eficácia vinculada a quantidade de Tao contida em cada uma, sendo assim, as que continham maiores concentrações eram as que concederiam a imortalidade (Johnson, 1881, p. 57). Quais eram as principais substâncias? Cinábrio, ouro, prata, jade, mercúrio, enxofre, chumbo e arsênico (Maul, 1967, p. 20; Johnson, 1881, p.59).

Nas buscas pela formulação do ‘Elixir Dourado’ ou ‘Elixir da Imortalidade’, os alquimistas envenenaram diversas pessoas ao testarem o produto de sua pesquisa, segundo relatos históricos, esses testes causaram a morte de (no mínimo) seis imperadores Tang (Soth, 2018). Todavia, seus experimentos fizeram contribuições relevantes para a medicina e à química, pois esses estudiosos conheciam precocemente processos como os de pulverização, destilação, filtração, decantação e cristalização fracionada, assim como os aparatos para a realização desses processos (Maul, 1967, p. 23).

Farias (2011) aponta que a alquimia chinesa esteve muito ligada a aspectos místicos e crenças do povo chinês, como o taoismo e a busca pela imortalidade. O autor de “História da Alquimia” menciona que os alquimistas chineses estavam interessados na transformação dos metais, na busca pela longevidade e, eventualmente, pela imortalidade. Para isso, eram usadas ervas, minerais e outros materiais em suas práticas para criar elixires que acreditavam ter propriedades curativas e de prolongamento da vida.

De acordo com Caparroz (2023), os fogos de artifício foram usados por séculos pelos chineses para solucionar supostos problemas com a presença de maus espíritos que, de acordo com suas crenças, fugiam ao escutar os altos ruídos produzidos pelo aparato. Inicialmente, esses artefatos eram bem simples, apenas jogava-se um pedaço de bambu no fogo pela expansão do ar nos segmentos ocos dentro do bambu causar uma explosão que emite sons altos (Kops, 2022). Contudo,

após algum tempo tornando tal procedimento comum em épocas de festas, os alquimistas chineses descobriram a pólvora por acidente em sua procura pelo ‘Elixir Dourado’ no nono século depois de Cristo ao misturarem salitre (nitrato de potássio), carvão e enxofre (Leembruggen *et al.*, 2022). Segundo Kops (2006), os alquimistas registraram essa mistura explosiva em um livro como um aviso para não tentarem isso novamente, mas isso não aconteceu, como o composto emitia um som extremamente alto, criava uma explosão de chamas que se elevavam no ar e sua explosão terminava em uma nuvem de fumo branco espesso, era demasiadamente irresistível para os chineses.

Segundo Leembruggen *et al.* (2022), nos anos 1300, os alquimistas descobriram uma maneira de criar fumaça colorida, além de registrarem receitas para chamas amarelas, verdes e brancas. O que produzia essa coloração eram os compostos metálicos adicionados às chamas, algo que os estudiosos da época faziam com frequência em busca da transmutação dos metais e para a extração de compostos. Porém, é importante ressaltar que os chineses não foram os responsáveis por adicionar tais compostos nos fogos de artifício.

A Rota da Seda foi importante para compartilhar muitas das criações chinesas que se espalharam pela Ásia e Europa, foi durante esse período que os famosos fogos de artifício se tornaram parte de diversas celebrações nas regiões onde haviam acabado de chegar (Leembruggen *et al*., 2022). Contudo, a cor desses permanecia alaranjada e, mesmo que os chineses já possuíssem as receitas para produzirem fogo colorido, foram os italianos em 1830 que começaram a adicionar os primeiros metais que fariam fogos de artifício com colorações diversas (Caparroz, 2023; Leembruggen *et al*., 2022).

3.2 ENSINO DE ESTRUTURA ATÔMICA COM TESTE DE CHAMAS

A coloração da chama é proveniente de um processo de excitação de elétrons. Tratando-se de estrutura atômica, a química compreende o átomo como uma partícula com duas regiões principais: o núcleo (com prótons e nêutrons) e a eletrosfera (com os elétrons), sendo os prótons positivamente carregados e os elétrons negativamente carregados. Os elétrons de uma substância têm uma

quantidade fixa de energia que os configuram uma posição específica nas camadas eletrônicas, se um elétron é mais pobre em energia ele fica em uma camada mais próxima do núcleo e, consequentemente, quanto maior a sua quantidade de energia, mais distante ele está do núcleo atômico (Messeder; Santos; Castro, 2018).

Conforme o composto metálico é aquecido, elétrons de camadas mais próximas ao núcleo são excitados ao receberem energia da combustão, esses passam para camadas mais distantes dos prótons e nêutrons. A “impressão digital” espectral de um átomo é proveniente da estrutura de seus elétrons, depende da quantidade de energia que cada elétron deve receber para passar de uma camada atômica para outra, conforme a natureza costuma adotar sistemas com menor consumo energético, os elétrons que passaram para camadas mais energéticas vão voltar para suas camadas iniciais ao liberarem a energia absorvida na forma de luz, a cor da luz, portanto, será diferente para compostos diversos e dependerá da diferença entre a energia inicial do elétron e sua carga final (Leembruggen *et al.*, 2022).

Buscando realizar o experimento em escolas que não possuem os sais usualmente utilizados, a pesquisa de Messeder, Santos e Castro (2018) procurou maneiras de executar o teste de chamas com materiais alternativos. O texto realiza a descrição de modelos atômicos e propõe o uso de materiais facilmente encontrados para a substituição dos sais usualmente utilizados em laboratórios, como: sal de cozinha, tempero pronto, comprimido efervescente ou fermento químico para a obtenção de chamas amarelas características do cátion sódio; permanganato de potássio, pedra ume, casca de banana, damasco, ameixa seca ou uva passas para a visualização da chama violeta do cátion potássio; graxa branca de lítio para a obtenção das chamas vermelho carmim típicas do lítio; giz escolar ou casca de ovo para chamas vermelho alaranjadas do cátion cálcio; sulfato de cobre para tratamento de piscinas ou adubo a base de sulfato de cobre para as chamas verdes do íon cobre.

Maciel e Leite (2019) apresentam seu trabalho, desenvolvido durante o programa de Residência Pedagógica em uma turma de primeiro ano do ensino

médio da rede pública, com a finalidade de gerar uma maior compreensão quanto aos conceitos de átomos e íons. Os pesquisadores iniciaram sua intervenção com a leitura de textos e diálogos em grupos, seguindo pela realização do teste de chamas com os sais: cloreto de sódio, cloreto de bário, cloreto de potássio, cloreto de lítio, cloreto de cálcio, sulfato de cobre II, sulfato de zinco e sulfato de níquel e finalizando com o questionamento acerca de sua similaridade com situações cotidianas, como o uso de lâmpadas fluorescentes e dos fogos de artifício, em relatórios que atestaram o interesse na atividade experimental e a facilidade na compreensão dos conceitos. Por fim, os autores destacam as contribuições que a realização de atividades diferenciadas gera no estímulo à compreensão, na geração de um ensino efetivo e na formação de pessoas mais críticas.

Nunes *et al*. (2019) discutem como o teste de chamas pode ser utilizado para ilustrar de forma prática e visual os conceitos de transição eletrônica, níveis de energia e espectros de emissão presentes no conteúdo de estrutura atômica. Os autores argumentam que a realização desse experimento em sala de aula facilita a compreensão de conceitos abstratos, tornando-os mais acessíveis e concretos para os estudantes. Ademais, o artigo aborda a importância de adicionar experimentos práticos em aulas de química para uma melhora no engajamento dos alunos ao estimular o interesse pela ciência e destaca a relevância da associação dos resultados experimentais com a teoria estudada, promovendo uma aprendizagem significativa.

O trabalho de Santos, *et al.* (2023) objetiva utilizar práticas investigativas e modificar a rotina escolar para aperfeiçoar o ensino de química, sendo assim, os autores realizam o teste de chama com cloreto de magnésio, cloreto de cálcio, cloreto de bário, algodão, álcool etílico, fósforo e formas de alumínio para que os alunos investiguem a coloração dos fogos de artifício, ou seja, como ela é gerada, o motivo da mudança de coloração das chamas, o que está presente nesses artefatos e sua relação com o modelo de Bohr. É relatado que os estudantes responderam positivamente e de acordo com os objetivos dos pesquisadores que obtiveram a

curiosidade dos discentes quanto ao teste de chamas, a transição eletrônica e sua aplicação no cotidiano.

3.3 COLONIALIDADE NO ENSINO

No texto "A Imagem da Ciência: Folheando um Livro Didático," Elizabeth Macedo (2004) analisa como a ciência é representada nos livros didáticos de ensino fundamental e médio. A autora examina a forma como esses materiais educacionais moldam a percepção dos alunos sobre a ciência e o papel dos cientistas, além de explorar como os livros didáticos apresentam a ciência frequentemente com uma visão estereotipada e idealizada, já que o conhecimento científico é muitas vezes mostrado como um conjunto de fatos e descobertas finais, ignorando o processo dinâmico e muitas vezes incerto da pesquisa científica. O texto discute como essas representações podem influenciar a compreensão dos alunos sobre o que é a ciência e o que significa ser um cientista, portanto, a forma como a ciência é apresentada pode afetar a motivação dos alunos e sua percepção da relevância e acessibilidade da ciência. Macedo sugere que os livros didáticos poderiam melhorar ao representar a ciência de maneira mais realista e contextualizada, mostrando o processo científico como algo em constante evolução e enfatizando o trabalho colaborativo e as complexidades da pesquisa.

Lander (2005), revela em seu texto sobre a colonialidade do saber algumas falhas no conceito de modernidade. Para o autor, compreendendo-se que a modernidade refletiria ideias de novidade, as chamadas “altas culturas” (como a cultura ancestral chinesa) anteriores ao sistema-mundo refletiam precocemente diversos traços da dita “modernidade”, como o racional científico e a secularização do conhecimento. Segundo Lander (2005):

> Na verdade, a essas alturas da pesquisa histórica seria quase ridículo atribuir às altas culturas não-européias uma mentalidade mítico-mágica como traço definidor, por exemplo, em oposição à racionalidade e à ciência como características da Europa, pois além dos possíveis ou melhor conjecturados conteúdos simbólicos, as cidades, os templos e palácios, as pirâmides, ou as cidades monumentais, seja Machu Pichu ou Boro Budur, as irrigações, as grandes vias de transporte, as tecnologias metalíferas, agropecuárias, as matemáticas, os calendários, a escritura, a filosofia, as histórias, as armas e as guerras, mostram o desenvolvimento científico e

> tecnológico em cada uma de tais altas culturas, desde muito antes da formação da Europa como nova id-entidade (Lander, 2005, p.112).

O texto "Da Redistribuição ao Reconhecimento", de Nancy Fraser (2006), analisa duas dimensões fundamentais da justiça social: a redistribuição econômica e o reconhecimento cultural. Nele, Fraser argumenta que uma compreensão completa da justiça deve abordar tanto a distribuição equitativa de recursos quanto o respeito e a valorização das identidades e diferenças culturais, sendo assim, a autora critica a visão que separa essas duas dimensões, argumentando que para alcançar a justiça verdadeira, é necessário abordar ambas simultaneamente, pois a redistribuição sozinha não é suficiente se não houver um reconhecimento adequado das identidades e experiências dos indivíduos, e vice-versa.

Aizawa (2012), realiza uma interlocução entre o oriente e ocidente ao analisar o currículo escolar desenvolvido para o ensino de ciências em uma escola para descendentes orientais em um espaço ocidental. As reflexões da autora são pautadas em relações entre cultura, saber e poder, sendo assim, é destacado o currículo escolar enquanto “documento de identidade” e sua análise é tida como uma maneira de entender as relações de poder. A pesquisadora examina como as identidades orientais e ocidentais podem se manifestar em práticas cotidianas, atitudes e representações dentro da escola, e como essas identidades podem ser influenciadas por fatores históricos, sociais e políticos. Por conseguinte, Aizawa conclui que os estudos culturais oferecem ferramentas importantes para entender e trabalhar com a diversidade no espaço escolar, promovendo uma educação que respeite e valorize as diferentes identidades culturais presentes.

Oliveira e Cruz (2016) apresentam relações entre o currículo escolar e a colonialidade dos conhecimentos. Essa vertente se apoia na permanência de ideais eurocêntricos nos diversos ramos do conhecimento, sendo assim, trabalhos como os apresentados por esses autores possuem diferentes abordagens para explicitar a existência de uma hierarquia científica pautada nas desigualdades sociais. Os autores analisam a ausência e a marginalização da história e da cultura africana nos currículos escolares de história no Rio de Janeiro e criticam a forma como esses currículos abordam os conhecimentos históricos, frequentemente priorizando

narrativas que exaltam a cultura europeia e marginalizando ou simplificando a história e as contribuições africanas, além disso, destaca-se a importância de um ensino de história que reflita a diversidade cultural e histórica do Brasil, reconhecendo e valorizando as contribuições de todas as culturas para a formação da sociedade.

Valentim, Pinheiro e Souza (2024), destacam que a colonização mantém seu controle na sociedade mediante o uso da cultura social, política, econômica e educacional. Os pesquisadores atribuem ao ensino a responsabilidade na perpetuação do sistema colonial, à vista disso, a inserção de saberes populares de grupos marginalizados e enriquecimento da matriz curricular da disciplina de Química é vista como uma possibilidade na formação crítica cidadã e o currículo disciplinar de química é aperfeiçoado a luz da decolonialidade.

4 METODOLOGIA

4.1 ETAPA 1: PESQUISA EM FORMATO ESTADO DO CONHECIMENTO

Para que tal objetivo fosse alcançado, realizou-se uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, cunho bibliográfico e natureza interpretativa, fundamentada nas proposições de Lösch, Rambo e Ferreira (2023). A pesquisa do tipo estado do conhecimento foi realizada com base em Ferreira (2002) e Soares (1987) mediante o uso dos descritores “Alquimia Chinesa” e “Fogos de Artifício” em portais como Google Acadêmico[4] e Catálogo de Teses e Dissertações[5] abrangendo trabalhos como artigos, livros, teses e dissertações publicados nos últimos cinco anos, ou seja, entre 2020 e 2024. Ressalta-se que o uso de tal metodologia visa verificar a existência de relações entre contribuições de ancestrais chineses e o conteúdo de estrutura atômica nos resultados dos descritores.

Prodanov e Freitas (2013), explicam que pesquisas qualitativas têm caráter descritivo e possuem amostras pequenas, onde o pesquisador é o principal instrumento de coleta de dados e realiza sua análise de maneira indutiva. Esse tipo de análise depende de diversos fatores, como a extensão da amostra e os instrumentos de pesquisa. Sendo assim, as pesquisas que apresentaram mais de quinze resultados, tiveram apenas os conteúdos dos quinze primeiros trabalhos lidos de maneira inspecional pela disponibilidade de tempo da autora para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A escolha dos descritores foi feita por serem termos importantes para que haja a correlação entre os testes de chama e a cultura e história chinesas. Conforme os alquimistas chineses foram responsáveis pela elaboração dos primeiros fogos de artifício, era esperado que os resultados mostrassem relações entre o caráter filosófico-científico da alquimia chinesa e a sua contribuição para a história da química pela criação de tal artefato produtor de altos ruídos, sendo assim, o

[4]Disponível em: https://scholar.google.com.br/?hl=pt. Acessado em: 10 ago. 2024.

[5]Disponível em: https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/. Acessado em: 10 ago. 2024.

conteúdo de estrutura atômica deveria surgir durante explicações sobre o funcionamento dos fogos de artifício.

Lösch, Rambo e Ferreira (2023), explicam que em uma pesquisa exploratória o enfoque qualitativo possibilita uma melhor compreensão de contextos sociais. Segundo Lösch, Rambo e Ferreira (2023):

> Denota-se, assim, que a pesquisa exploratória se materializa como uma investigação valiosa para obter uma compreensão inicial e ampla de um fenômeno ou questão, trata-se de uma investigação útil para preparar o caminho para futuras pesquisas mais aprofundadas. De maneira abrangente, envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema a ser pesquisado, grupos focais, observação participante ou não participante. Por sua vez, para a análise dos dados, faz-se necessário adotar uma técnica que esteja condizente com aquilo que fora coletado e com o problema de pesquisa. (Lösch, Rambo e Ferreira, 2023, p. 11).

Sobre pesquisas conhecidas como “estado da arte” ou “estado do conhecimento”, Ferreira (2002) diz:

> Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. Também são reconhecidas por realizarem uma metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado. (Ferreira, 2002, p. 258).

Soares (1987), afirma que, para a evolução científica, é necessário o ordenamento periódico dos conjuntos de informações e resultados prévios com os objetivos de identificar possibilidades de integração de diferentes pontos de vista, de visualizar duplicações ou contradições e para a determinação de lacunas e vieses. Sendo assim, os pesquisadores que utilizam o “estado do conhecimento” buscam através de catálogos de instituições fazer o levantamento de dados para sua análise

do modo como determinado conhecimento vem sendo produzido. (Ferreira, 2002, p.259).

4.2 ETAPA 2: INVESTIGAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

A pesquisa exploratória de análise do conteúdo, do tipo qualitativa com caráter bibliográfico, foi realizada em livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD (2021) mediante o estudo do trabalho "Uma Análise dos Livros Didáticos de Matemática e Física: Intersecções de temas de História e Filosofia da Ciência" de Civiero *et al*. (2016) para o Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia (2016). No presente trabalho, são procuradas relações entre o conteúdo de estrutura atômica com a cultura e história chinesas em três materiais didáticos, entretanto, destaca-se que o uso de apenas três recursos bibliográficos se deve a dificuldade da autora em acessar tais materiais.

Para que a análise seja compreendida, imagens de capas, das apresentações dos autores, dos sumários e de trechos dos livros que abordam a estrutura atômica, são apresentadas durante a discussão das obras a fim de perceber se ocorre a relação descrita anteriormente entre aspectos chineses e o conhecimento científico. Espera-se, portanto, encontrar descrições da alquimia chinesa, relações com fogos de artifício ou quaisquer citações à cultura e história chinesas.

O livro "Multiversos – Ciências da Natureza", de Godoy, Agnolo e Melo[6] (2020) será chamado de "Livro 1" durante o trabalho para facilitar o entendimento do leitor, o título "Livro 2" será fornecido ao material didático denominado "Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar", de Mortimer, *et al* (2020)[7] e a obra

[6] O livro se encontra disponível em: <https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/>. Acesso em: 12 mai. 2024.

[7] O livro se encontra disponível em: <https://storage.googleapis.com/edocente-content-production/PNLD/PNLD_2021_OBJETIVO_2/Obra-850ea517-ef02-4214-b200-1af261370d14/850ea517-ef02-4214-b200-1af261370d14.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2024.

“Ser Protagonista – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: Composição e Estrutura de Corpos”, de Fukui *et al.* (2020) será chamada de “Livro 3”.

O Livro 3 foi fornecido gentilmente pelo bibliotecário do Colégio Estadual Aydano de Almeida, onde a autora realizava as atividades de estágio curricular obrigatório durante o Programa de Residência Pedagógica. Já os Livros 1 e 2 foram obtidos como PDF’s através de pesquisas na internet. A escolha dos livros do PNLD 2021 foi feita por esses livros serem distribuídos e usados pelas instituições de ensino públicas.

Segundo o decreto Nº 9.099/2017 que define a finalidade do Programa Nacional do Livro e do Material Didático 2021:

> O Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD, executado no âmbito do Ministério da Educação, será destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. (Brasil, 2017, p. 1).

Alguns dos objetivos do PNLD destacados por Zacarias (2021) foram: o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem de redes de ensino públicas, a garantia de uma maior qualidade dos materiais de apoio usados por professores de escolas públicas, a democratização do acesso à informação e cultura, o incentivo do aluno para a leitura e para a atitude investigativa, o apoio ao professor quanto a sua atualização e desenvolvimento profissional e o apoio a implementação da BNCC.

É relevante notar a organização feita pelo PNLD para a ordenação das disciplinas ofertadas por redes de ensino público durante o ensino médio, sendo ela realizada através de quatro áreas de conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Dentre elas, o conteúdo de química se encontra agrupado com os de física e biologia no segmento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Zacarias, 2021).

Quanto à avaliação pedagógica das obras inscritas no programa, são apresentadas por Zacarias (2021) cinco etapas para a finalização do processo de escolha. Em um primeiro momento, ocorre o planejamento estratégico do PNLD e se institui a comissão técnica antes da liberação do edital, esse documento importante é liberado na plataforma do PNLD para que seja lido pelas editoras que desejem realizar sua inscrição no programa, após a validação, o material é passado para a avaliação pedagógica, feita por equipes de avaliação, e são liberados, finalmente, os resultados.

4.3 ETAPA 3: ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática (SD) foi pensada e estruturada a partir dos pressupostos de Araújo (2013) e Oliveira (2013) para abarcar três aulas de uma hora e quarenta minutos na disciplina de química em turmas de primeiro ano do ensino médio de escolas de rede pública ou privada. Seu uso deve ser feito para o ensino do conteúdo de estrutura atômica de modo a promover um ensino de química contrário à colonialidade dos saberes e gerar discussões contra a xenofobia ao ensinar tal assunto científico atrelado à cultura e histórias chinesas.

Visando preparar o professor para a aplicação da Sequência Didática, recomenda-se a leitura dos três textos intitulados “O Caminho do Elixir Dourado: Uma Introdução à Alquimia Taoísta” publicados no site do Instituto Shinjigenkan (2021) sob as separações em parte 1[8], parte 2[9] e parte 3[10] e do trabalho de Leembruggen *et al.* (2022).

Buscando-se a aplicação da SD em escolas que não possuam os materiais usualmente adotados durante o teste de chamas, os recursos alternativos apresentados em trabalhos como o de Messeder, Santos e Castro (2018) e Santos

[8]Disponível em: <https://shinjigenkan.com.br/o-caminho-do-elixir-dourado-uma-introducao-a-alquimia-taoista-parte-1/>. Acesso em: 03 set. 2024.
[9]Disponível em: <https://shinjigenkan.com.br/o-caminho-do-elixir-dourado-uma-introducao-a-alquimia-taoista-parte-2/>. Acesso em: 03 set. 2024.
[10]Disponível em: <https://shinjigenkan.com.br/o-caminho-do-elixir-dourado-uma-introducao-a-alquimia-taoista-parte-3/>. Acesso em: 03 set. 2024.

et al. (2023) são usados para propor um experimento fácil e de baixo custo. Sendo assim, um roteiro com ilustrações e descrições feitas pela autora é elaborado, mediante o uso do aplicativo “Goodnotes” em um tablet, para que o professor e seus alunos consigam seguir o passo-a-passo da prática científica.

A proposta mescla momentos de discussão, pesquisa, reflexão e observação de vídeos, sendo assim, a atividade pode ser utilizada como avaliação pela obtenção de resultados de pesquisa e discussões em sala de aula, que serviriam para o professor medir o nível de comprometimento do estudante e seu entendimento do conteúdo programático.

Segundo Araújo (2013), a Sequência Didática (SD) é um conjunto estruturado de atividades e experiências de aprendizagem que visa alcançar objetivos educativos específicos de forma a organizar o ensino para proporcionar uma progressão lógica e gradual do conhecimento. Portanto, para a elaboração de uma boa SD, o professor deve: saber adaptar a proposta ao contexto dos discentes, ter plena noção dos objetivos que deseja alcançar com esse método de ensino, elaborar atividades que promovam a participação dos estudantes e avaliar a eficácia da sequência.

Oliveira (2013) destaca a eficácia das Sequências Didáticas interativas como uma forma de aprimorar a formação de professores, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais rica e prática. A abordagem valoriza a interação e a reflexão como elementos centrais no processo educativo, ajudando a preparar os futuros educadores para os desafios da sala de aula. Destaca-se essa organização do ensino como uma abordagem que ordena atividades de ensino e aprendizagem de forma a estimular a participação ativa e a interação entre os alunos e o conteúdo, visando promover uma aprendizagem mais significativa e envolvente e estimular a reflexão crítica e a capacidade de adaptação dos futuros professores, preparando-os melhor para o exercício da profissão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ETAPA 1

Neste item, serão expostos os resultados da pesquisa por materiais publicados nos últimos cinco anos nos sites Google Acadêmico e o Portal de Teses e Dissertações sob os descritores “Alquimia Chinesa” e “Fogos de Artifício”.

Os resultados serão discutidos visando avaliar a presença de relações entre as contribuições chinesas e o ensino de estrutura atômica. Desta forma, as informações relevantes para a identificação de trabalhos que possuam relações com o objetivo do trabalho foram organizadas em quadros de forma a contemplar as principais informações relevantes para a análise. Sendo assim, o quadro contempla as seguintes informações: nome do autor (de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT), ano de publicação, título da obra, área de conhecimento contemplada pela publicação, local de publicação (ou seja, em qual revista, por qual editora ou de qual universidade o trabalho foi publicado) e se há informações sobre estrutura atômica no corpo do texto.

Destacam-se as áreas de conhecimento que costumam realizar pesquisas sobre a alquimia chinesa e fogos de artifício e a presença (ou não) de relações com o conteúdo de estrutura atômica para o entendimento dos caminhos do conhecimento científico.

5.1.1 Google Acadêmico

A procura por “Alquimia Chinesa” no Google Acadêmico trouxe a quantidade significativa de seiscentos e quarenta trabalhos publicados, dentre eles, os quinze trabalhos (apresentados no Quadro 1) que foram tomados como amostra para a análise. Deste modo, o Quadro 1 relaciona informações como: nome do autor, ano de publicação, título do trabalho, área de conhecimento, local onde o trabalho foi publicado e se há relação com estrutura atômica (EA).

Quadro 1 - Resultados do descritor “Alquimia Chinesa” no Google Acadêmico

Autor	Ano	Título	Área	Local de publicação	Há relação com EA?
BORGES, P. A. F. *et al.*	2020	Alquimia Experimental	Química Experimental	Química Nova	Não
CARVALHO, T. A.; REIS, J. C.	2020	Diálogos entre Ciência e Arte	Ensino de Ciências	Cad. Bras. de Ens. de Física	Não
BICHARA, M.	2020	Da dualidade corpo/mente à unidade	Ciências	Anais Eletrônicos	Sim
LOMBARDE, W.; KIOURANIS, N. M. M.	2020	A Alquimia e os Caminhos Percorridos para a Incorporação da Química Como Ciência Moderna	Química	ENCITEC	Não
KAMIGAUTI, N.	2021	O Elixir da Vida Eterna	Psicologia	Editora Dialética	Não
PINHEIRO, B. C. S.	2021	O Período das Artes Práticas	Ensino de Química	RedeQuim	Não
PESSOA, G. S.	2022	A alquimia nos livros didáticos	Ensino de Química	TCC - Univ. de Brasília	Sim
APOLLONI, R. W.; AGUIAR, J. O.	2022	Kung Fu em Tela	História	Revista Mnemosine	Não
BUENO, A.	2022	Prolongar a vida, enganar a morte	História	GTHA	Não
PEREIRA, L. S.	2022	Proposta de uso de abordagem Team-based Learning	Ensino de Química	REED	Não
SILVA, S. C.; MARQUETTI, F. R.; FUNARI. P. P. A.	2023	Magia, Encantamentos e Feitiçaria	Espiritualidade	Editora Cultura Acdêmica	Não
STUHR, A. C. C. *et al.*	2023	Uma Revisão da Aplicabilidade da Acupuntura	Medicina	Instituto Produzir	Não
CAMPOS, C. E. C.; MOTA, A. J.	2023	Trivia	História	Editora da Univ. de Vassouras	Não
LAGINHAS, M.	2024	Águas Profundas, Corações Inquietos	Psicologia	Editora Dialética	Não
LORENZETTI, C. S.; RAICI, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.	2024	Mágico-vitalismo, alquimia e outras visões de mundo	Ciências	ACTIO	Sim

Fonte: Arquivo de pesquisa (2024).

Nota-se que essa temática está muito envolvida com o ensino de ciências e o ensino de química, o que mostra um avanço do ensino de química sob uma perspectiva histórica. Dentre os três artigos que abordaram a estrutura atômica, dois eram de ciências e um era sobre o ensino de química, isso destaca a presença de contribuições de conhecimentos plurais no ramo do ensino.

Bichara (2020)[11] não relaciona as contribuições dos alquimistas taoístas aos conhecimentos de estrutura atômica. Em seu trabalho, esse conteúdo físico-químico está ligado às falas de Niels Bohr sobre a física quântica e a alquimia chinesa é apenas citada em um momento do artigo para um diálogo sobre as semelhanças de um trabalho de Carl Gustav Jung com um manuscrito chinês.

A respeito do texto de Lorenzetti, Raicik e Peduzzi (2024)[12], observa-se o foco nos relatos históricos da ciência e seus conhecimentos plurais, portanto, destaca-se a ocorrência de exclusão de saberes e estudiosos que tiveram participação na construção de conhecimento. A pesquisa se foca na investigação do

[11] Disponível em: <https://www.17snhct.sbhc.org.br/resources/anais/11/snhct2020/1599832942_ARQUIVO_0540a6a47207a2080900e58ec988fa0c.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

[12] Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/17289/10121#>. Acesso em: 10 jun. 2024.

caminho histórico das concepções de matéria e suas implicações no ensino de ciências, mas, mesmo que o artigo fale sobre átomos e alquimia chinesa, não são feitas relações entre esse tipo de ciência precoce e a estrutura atômica.

O Trabalho de Conclusão de Curso de Pessoa (2022)[13],apresenta uma análise bem fundamentada do aparecimento da alquimia nos livros didáticos fornecidos pelo PNLD 2018 e 2021. O autor conclui que houve uma perda significativa de conteúdo com o Novo Ensino Médio, ou seja, que os livros da PNLD 2018 eram mais adequados quanto à temática analisada, e atesta que apenas duas coleções apresentaram a alquimia como mais do que uma única base de conhecimento. Todavia, não se relacionam os saberes de estrutura atômica com os ancestrais chineses, pois a única citação a esse conteúdo químico é sobre os símbolos usados para elementos químicos.

Quadro 2 - Resultados do descritor “Fogos de Artifício” no Google Acadêmico

Autor	Ano	Título	Área	Local de Publicação	Há relação com EA?
BAZENGA, A. M. F. M. F.	2020	Percepção do risco de incêndio	Eng. Mecânica	Dissertação - UC	Não
ROBERTS, S.	2020	Fogos de Artifício, Bandeiras e Signos	Estudos Sociais	Trab. linguist. apl.	Não
PIMENTA, V. C.; RAMOS FILHO, E. C. S.	2020	Importação de Fogos de Artifício	Logística	XI FATECLOG	Não
TAVEIRA, P. R. Z.	2020	Identificação não intrusiva de cargas	Eng. de T.I.	Dissertação - UNIFEI	Não
MOTA, A. O.	2020	Quem merece fogos de artifício?	Política e Educação	Appris Editora	Não
SANTOS, S. M.; ROSSINI, H. A. V.	2020	Avaliação do uso de coagulantes naturais	Meio Ambiente	Editora Poisson	Não
FARIA, J. A. P. A.	2021	O caso da explosão da fábrica de fogos	Direito	TCC - UFU	Não
SANTOS, E. C. M.	2022	Multiplos olhares sobre o São João de Serg.	Cultura	Criação Editora	Não
NOVAES, C. D.	2022	Estudo de resíduos similares aos de tiros	Eng. Metalúrgica	Dissertação - UFF	Não
NASCIMENTO, D. E. R.	2022	Fogos de Artifício e Responsabilidade Civil	Direito	TCC - UEG	Não
SILVA, C. F.; SILVA, I. J. A.; SILVA, W. D.	2023	Implementação de rotulagem especial	Seg, do Trabalho	RIC-CPS	Não
RODRIGUES, P. F. J. S.	2023	Os efeitos prejudiciais dos ruídos dos fogos	Direito	TCC - UFP	Não
NASCIMENTO, W. G. M.; SILVA, R. M.; ATAÍDE,A. R. P.	2023	Princípios Físicos dos Fogos de Artifício	Ensino de Física	IX ENID	Não
COSTA, A. W.; SILVEIRA, R. R.	2023	Competência Municipal para Legislar	Direito	Revista Paradigma	Não
CARVALHO, T. C. *et al.*	2024	Trauma ocular por fogos de artifício	Medicina	Arq. Bras. Oftalmol.	Não

Fonte: Arquivo de pesquisa (2024).

O termo “Fogos de Artifício” resultou em quinze mil e quatrocentos resultados, sendo assim, foram analisados apenas os quinze primeiros resultados (apresentados no Quadro 2) com a finalidade de analisar a presença de relações

[13]Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/34727/1/2022_GabrielSantosPessoa_tcc.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

entre os temas estudados. Assim como no Quadro 1, o Quadro 2 é usado para a organização dos resultados por informações como: nome do autor, ano de publicação, título do trabalho, área de conhecimento, local onde o trabalho foi publicado e se há relação com estrutura atômica (EA).

Dentre os resultados analisados, não foram encontrados trabalhos que fizessem menção à estrutura atômica e, muito menos, textos que correlacionaram esse conceito científico às suas raízes culturais. Ao observar o quadro acima, percebe-se que usualmente os fogos de artifício são debatidos na área do direito civil e que são escassos os recursos bibliográficos que contemplam os objetivos deste trabalho.

5.1.2 Catálogo de Teses e Dissertações:

Nenhum resultado foi obtido através da pesquisa por “Alquimia Chinesa” na busca do Catálogo de Teses e Dissertações. Tal resultado mostra a falta de notoriedade oferecida à alquimia dos povos chineses e a escassez de trabalhos científicos sobre a temática em cursos de ensino superior.

Quadro 3 - Quantidade de artigos sobre “Fogos de Artifício” por área e ano

Autor	Ano	Título	Área	Local de Publicação	Há relação com EA?
TAVEIRA, P. R. Z.	2020	Identificação Não Intrusiva de Cargas	Computação	Dissertação - UFI	Não
SANTOS, S. M.	2021	Avaliação do tratamento de águas residuárias	Sustentabilidade	Dissertação - IFMG	Não
CARVALHO, T. C.	2021	Trauma ocular por fogos de artifício	Medicina	Dissertação - UFP	Não
CARVALHO, A. C. O. C.	2022	Avaliação da qualidade do ar no Réveillon	Química	TCC - PUC (RJ)	Não
FERREIRA, I. M. S.	2023	Análise de resíduo de disparo de arma de fogo	Química	Tese - UFRJ	Não
MELO, J. A. F.	2023	Análise do fogo na reserva extrativista Chico Mendes	Geografia	Dissertação - UFA	Não
CASTRO, P. I. S.	2023	A method for mapping and associating burned areas	Agricultura e Inf. Geoespaciais	Dissertação - UFU	Não

Fonte: Arquivo de pesquisa (2024).

Quanto à procura por “Fogos de Artifício” no Catálogo de Teses e Dissertações, foram obtidos sete resultados para o período entre 2020 e 2024. Usando-se as mesmas informações presentes nos outros quadros (1 e 2), o quadro três apresenta os resultados da pesquisa organizados por informações como: nome do autor, ano de publicação, título do trabalho, área de conhecimento, local onde o

trabalho foi publicado e se há relação com estrutura atômica (EA). Nota-se que nenhum dos trabalhos possui relações com o Ensino de Química/Ensino de Ciências ou aborda a estrutura atômica, assim sendo, é perceptível a escassez de trabalhos que abordem o ensino de estrutura atômica sob o viés histórico e cultural chinês.

5.2 ETAPA 2

Nesta seção, apresentam-se os resultados da investigação dos três livros didáticos aprovados pelo Plano Nacional do Livro e do Material Didático (2021) para averiguar se ocorreu a correlação entre os escritos sobre a estrutura atômica e a alquimia. É importante ressaltar que os livros a seguir receberam os títulos: livro 1 (Multiversos – Ciências da Natureza), livro 2 (Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar) e livro 3 (Ser Protagonista – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: Composição e Estrutura de Corpos) para uma maior organização e fluidez no momento de leitura.

Os resultados serão discutidos visando avaliar a presença de relações entre as contribuições chinesas e o conteúdo de estrutura atômica presente em livros didáticos de química. Contudo, além das informações referentes a EA, apresentam-se imagens dos sumários para a verificação da disposição dos conteúdos de química, física e biologia mediante a organização descrita pelo PNLD 2021.

As imagens dispostas nessa seção foram cortadas para facilitar a leitura de seus conteúdos, todavia, conforme a alteração das imagens de capa e da apresentação dos autores poderia dificultar a visualização e identificação do livro didático que está sendo analisado, a descrição das áreas de atuação dos autores dos materiais didáticos são realizadas para situar o leitor quanto a relação desse escritor com o conteúdo do livro didático.

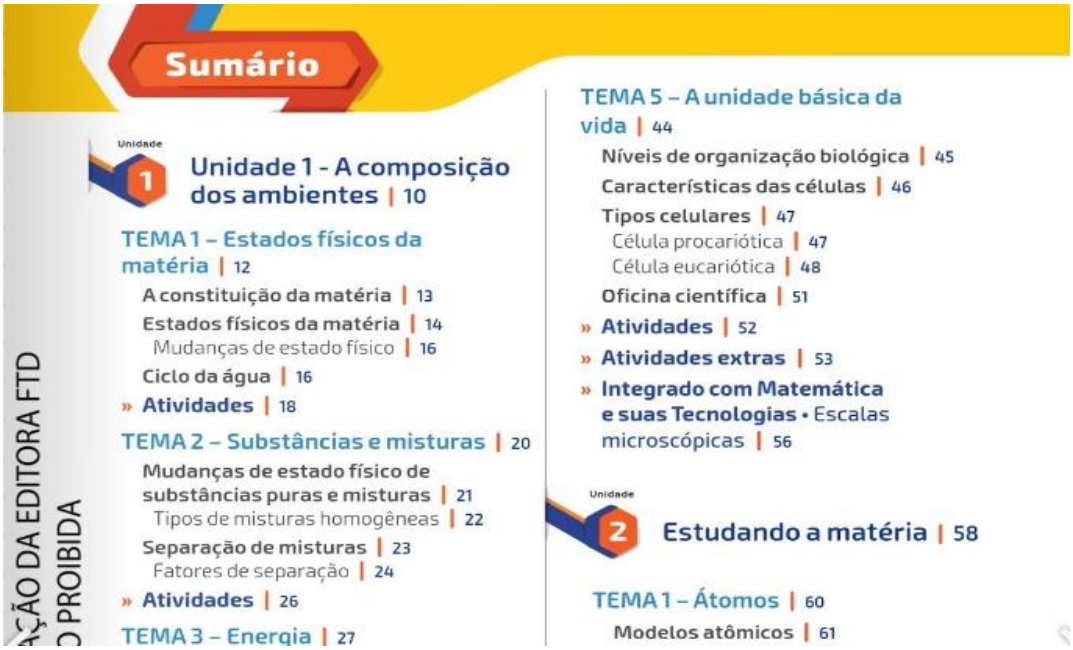
A análise a seguir foi realizada à luz dos ensinamentos do trabalho “Uma Análise dos Livros Didáticos de Matemática e Física: Intersecções de temas de História e Filosofia da Ciência” publicado por Civiero *et al.* (2016) nos anais eletrônicos do décimo quinto Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia.

5.2.1 Livro 1

Figura 1 – Capa e apresentação dos autores do livro 1

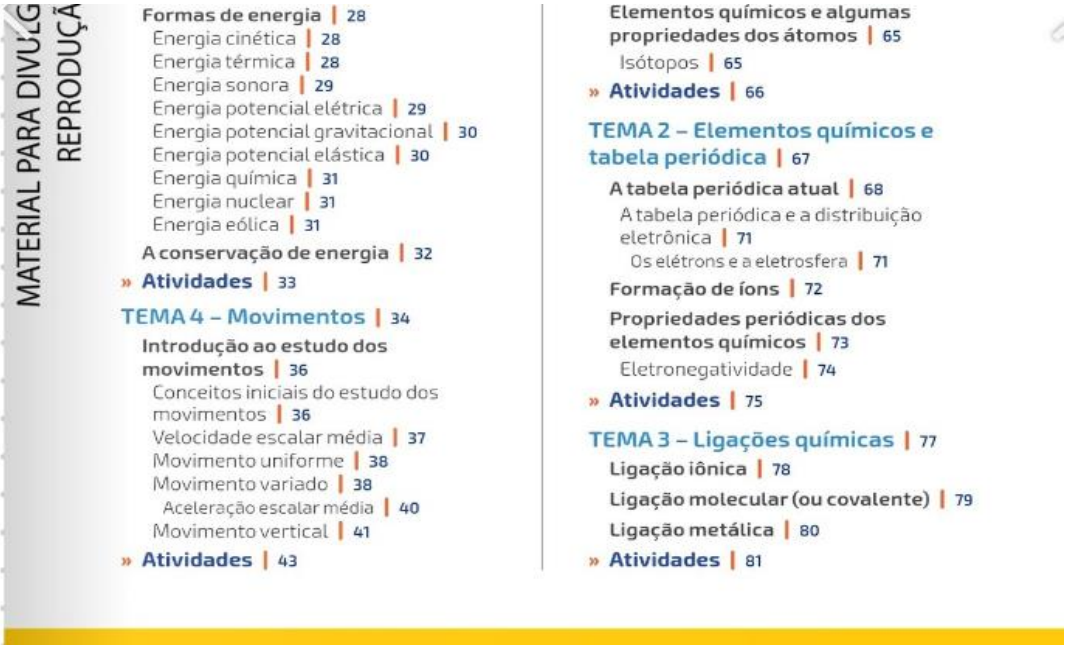
Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020)

Figura 2 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 1



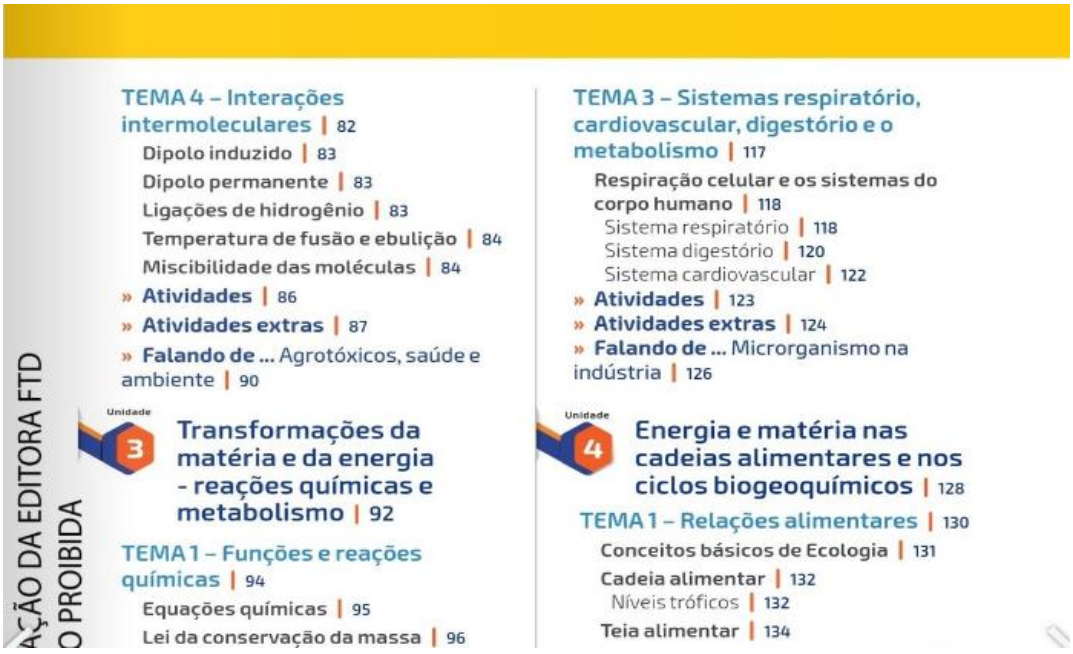
Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 8)

Figura 3 - Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 1



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 8)

Figura 4 - Metade superior da segunda parte do sumário do livro 1



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 9)

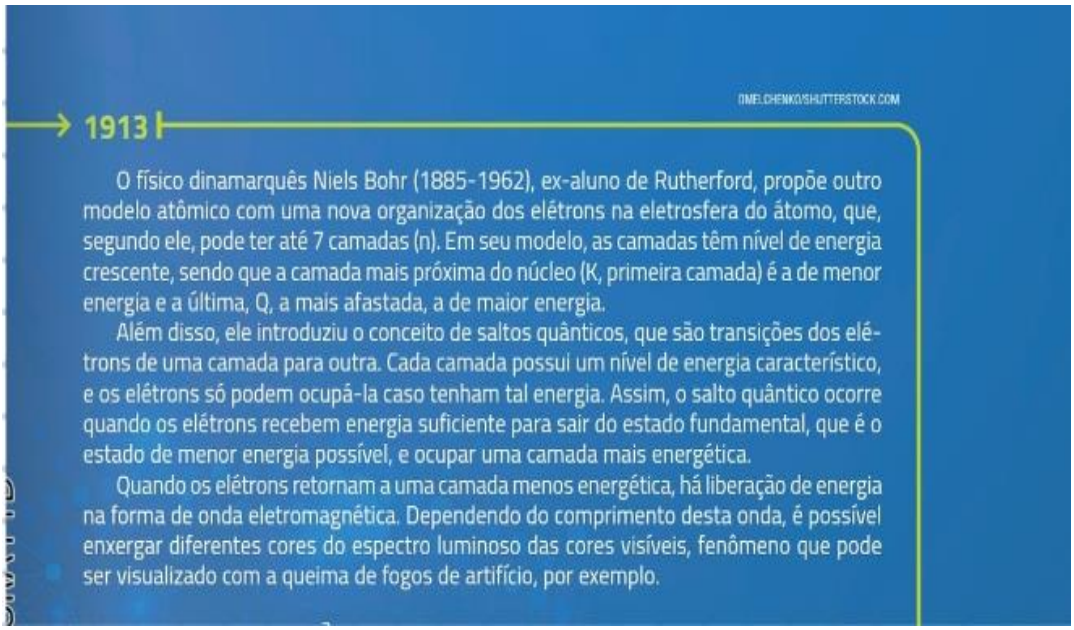
Figura 5 - Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 1

Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 9)

Na figura 1, não ficam evidentes as informações sobre os autores, sendo assim, destaca-se que Leandro Pereira de Godoy é mestre em microbiologia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR), licenciado em Ciências Biológicas pela mesma universidade e professor na rede estadual de educação básica e na rede particular de ensino superior do Paraná. Já Rosana Maria Dell' Agnolo é mestre em ensino de ciências pela Universidade de São Paulo (USP), pós-graduada em química pela Faculdade Oswaldo Cruz e bacharel em ciências com habilitação em química pela mesma faculdade. Wolney Candido de Melo é doutor em educação pela USP, mestre em ciências pela mesma universidade e licenciado em física e pedagogia pela Universidade de São Paulo.

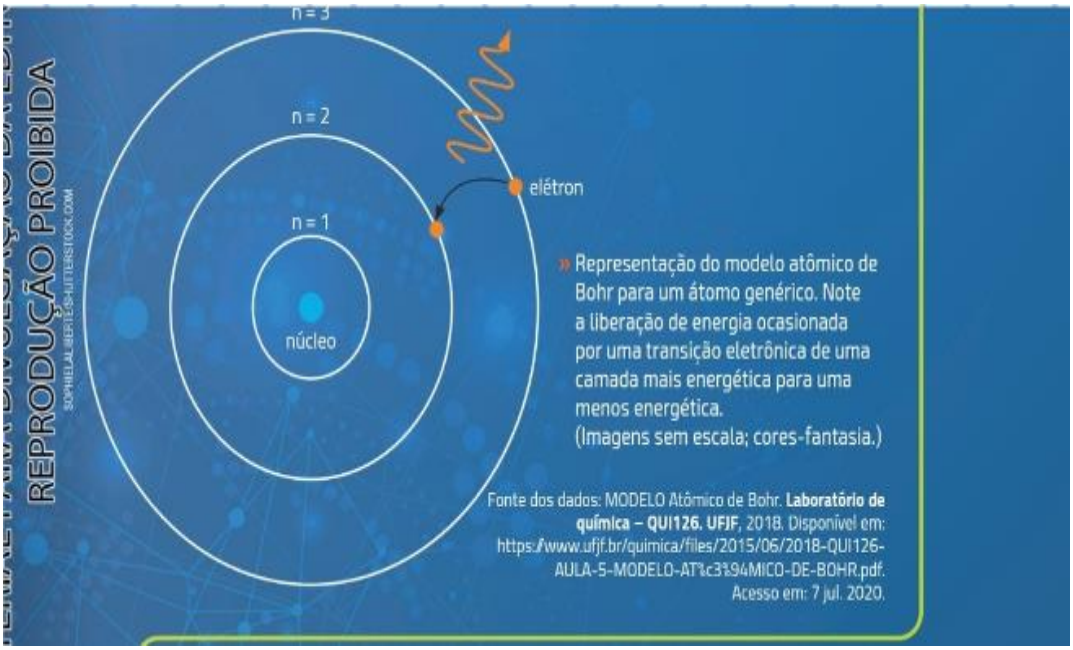
Como dito anteriormente, foi decidido que química, física e biologia seriam unidas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essa informação pode justificar a falta de delimitação entre disciplinas vista no livro apresentado na figura 1, pois, ao acompanhar o sumário nas figuras 2, 3, 4 e 5, pode ser visto que o primeiro tema é dividido entre física e química, o segundo já tende para a química, enquanto o terceiro e o quarto correspondem à área da física e o quinto já está tratando conceitos biológicos.

Figura 6 – Primeira parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 63)

Figura 7 – Segunda parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 63)

Figura 8 – Terceira parte do final da linha do tempo dos Modelos Atômicos

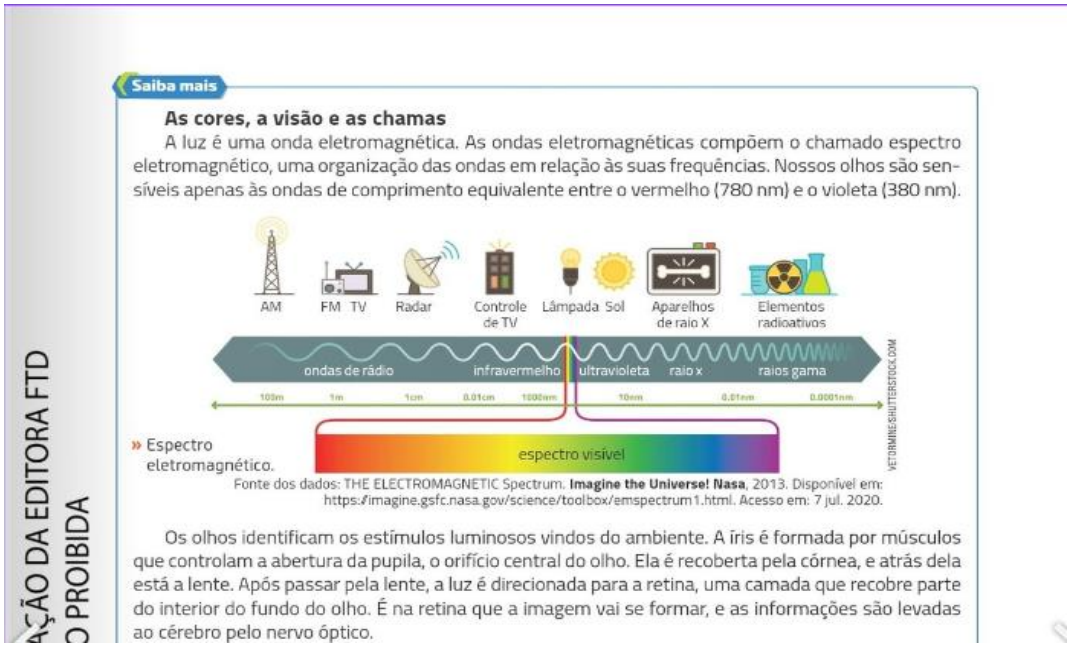
Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 63)

A segunda unidade do livro se propõe a estudar a matéria, sendo assim, o primeiro tema a ser abordado é titulado: ‘Átomos’. As folhas que se seguem após a introdução do conteúdo são usadas para dar uma linha do tempo dos Modelos Atômicos, iniciando em Tales de Mileto (624-547 a.C.) e passando por Leucipo (cerca de 480-420 a.C.) e Demócrito (cerca de 460-370 a.C.), Aristóteles (384-322 a.C.), John Dalton (1766-1844), Joseph John Thomson (1856-1940), Ernest Rutherford (1871-1937) e Niels Bohr (1885-1962) até chegar a James Chadwick (1891-1974), sendo as ideias de Bohr e Chadwick descritas nas figuras 6, 7 e 8.

É possível notar uma pequena citação aos Fogos de Artifício para exemplificar a observação do fenômeno químico. No final do terceiro parágrafo do texto apresentado na figura 6 está a seguinte informação sobre o conteúdo de estrutura atômica:

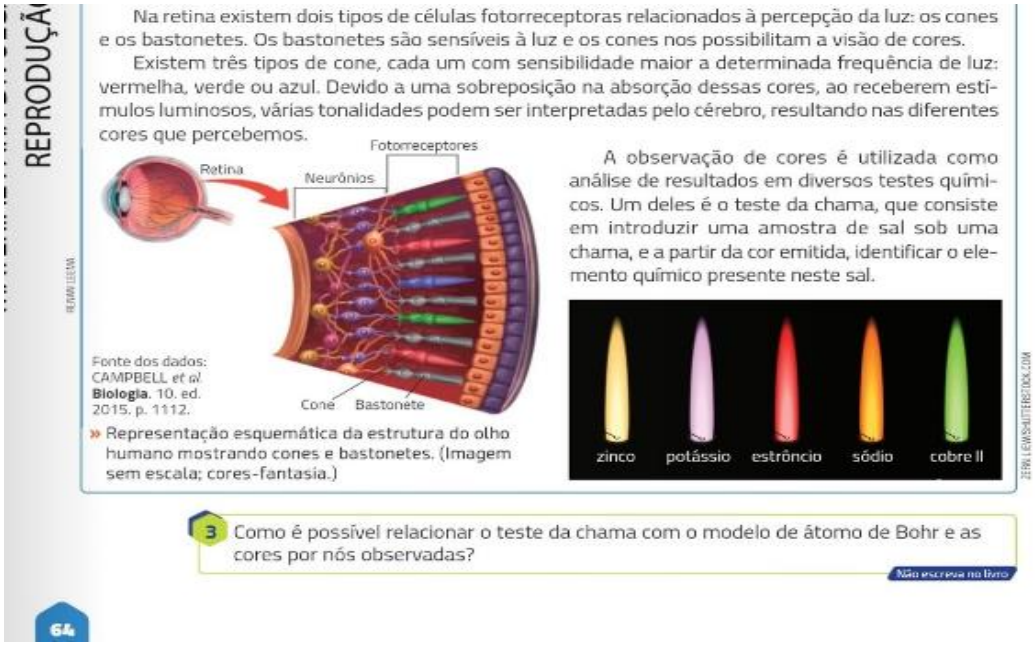
> “Quando os elétrons retornam a uma camada menos energética, há liberação de energia na forma de onda eletromagnética. Dependendo do comprimento desta onda, é possível enxergar diferentes cores do espectro luminoso das cores visíveis, fenômeno que pode ser visualizado com a queima de fogos de artifício, por exemplo.” (Godoy; Agnolo; Melo, 2020, p. 65).

Figura 9 – Primeira parte do conteúdo sobre cores, visão e chamas



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 64)

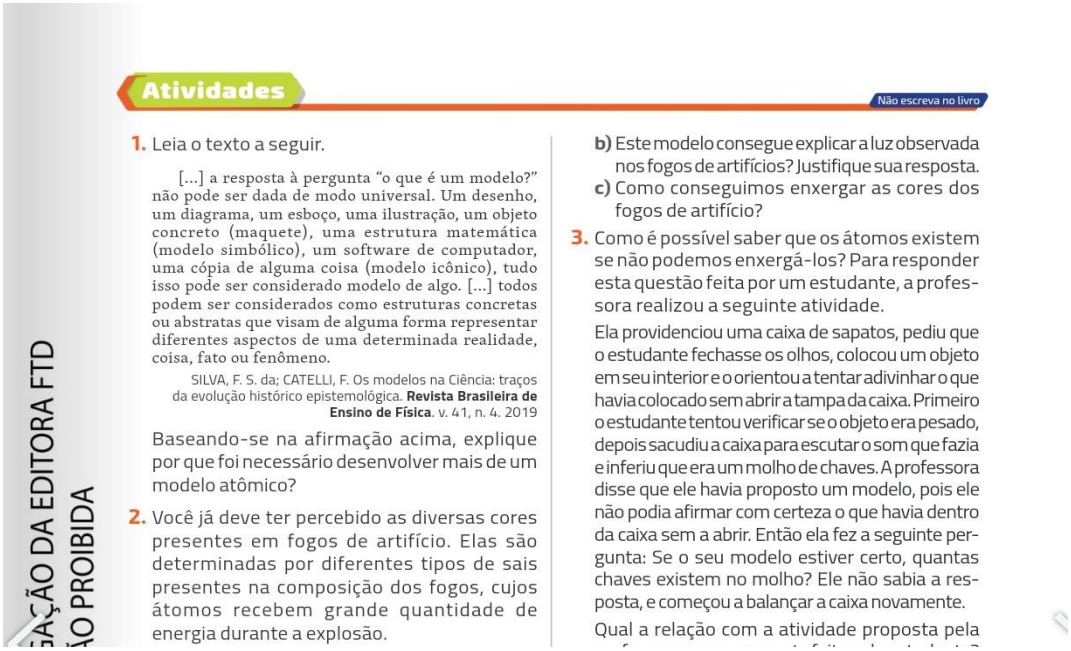
Figura 10 – Segunda parte do conteúdo sobre cores, visão e chamas



Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 64)

A explicação, vista nas figuras 9 e 10, feita pelos autores para o entendimento das mudanças nas colorações das chamas, possui mais uma dimensão biológica do que uma visão química do fenômeno. No início do escrito, os autores dissertam sobre a luz ao falar sobre ondas eletromagnéticas, espectros e frequências, mas isso é seguido por um esclarecimento a respeito do funcionamento dos olhos humanos e, apenas no final, a sua utilidade em testes químicos pelos ensaios de chama é abordada. Contudo, o texto não faz qualquer relação com a história e cultura chinesas.

Figura 11 – Primeira parte das atividades disponíveis no material



Atividades

Não escreva no livro

1. Leia o texto a seguir.

[...] a resposta à pergunta "o que é um modelo?" não pode ser dada de modo universal. Um desenho, um diagrama, um esboço, uma ilustração, um objeto concreto (maquete), uma estrutura matemática (modelo simbólico), um software de computador, uma cópia de alguma coisa (modelo icônico), tudo isso pode ser considerado modelo de algo. [...] todos podem ser considerados como estruturas concretas ou abstratas que visam de alguma forma representar diferentes aspectos de uma determinada realidade, coisa, fato ou fenômeno.

SILVA, F. S. da; CATELLI, F. Os modelos na Ciência: traços da evolução histórico epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 41, n. 4. 2019

Baseando-se na afirmação acima, explique por que foi necessário desenvolver mais de um modelo atômico?

2. Você já deve ter percebido as diversas cores presentes em fogos de artifício. Elas são determinadas por diferentes tipos de sais presentes na composição dos fogos, cujos átomos recebem grande quantidade de energia durante a explosão.

b) Este modelo consegue explicar a luz observada nos fogos de artifícios? Justifique sua resposta.
c) Como conseguimos enxergar as cores dos fogos de artifício?

3. Como é possível saber que os átomos existem se não podemos enxergá-los? Para responder esta questão feita por um estudante, a professora realizou a seguinte atividade.

Ela providenciou uma caixa de sapatos, pediu que o estudante fechasse os olhos, colocou um objeto em seu interior e o orientou a tentar adivinhar o que havia colocado sem abrir a tampa da caixa. Primeiro o estudante tentou verificar se o objeto era pesado, depois sacudiu a caixa para escutar o som que fazia e inferiu que era um molho de chaves. A professora disse que ele havia proposto um modelo, pois ele não podia afirmar com certeza o que havia dentro da caixa sem a abrir. Então ela fez a seguinte pergunta: Se o seu modelo estiver certo, quantas chaves existem no molho? Ele não sabia a resposta, e começou a balançar a caixa novamente.

Qual a relação com a atividade proposta pela

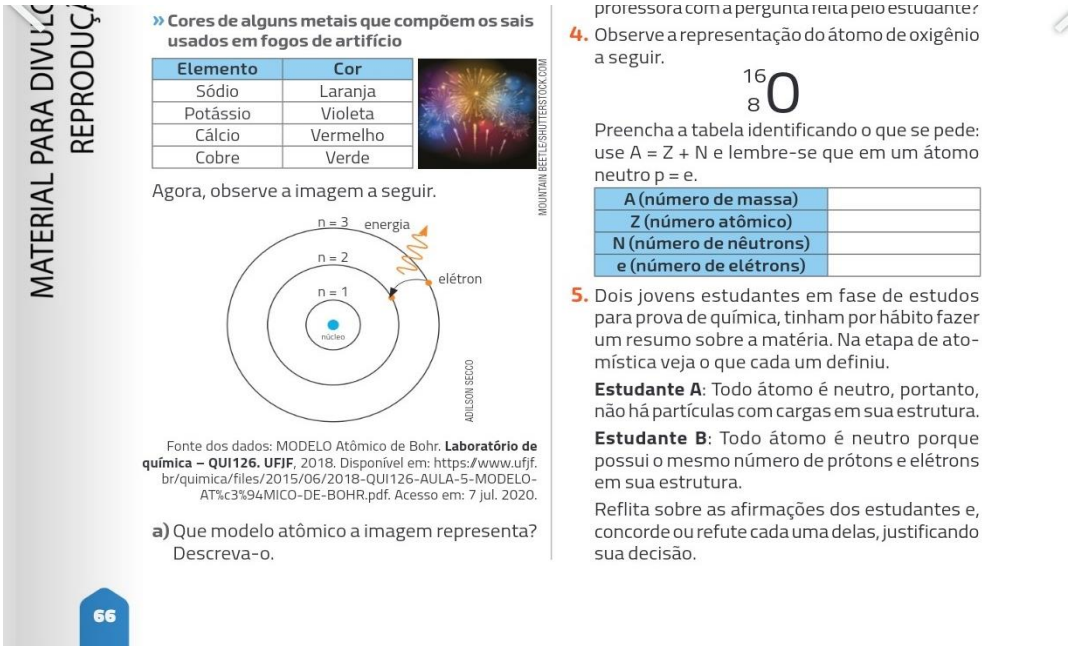
AÇÃO DA EDITORA FTD
O PROIBIDA

Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 66)

Na segunda questão (dividida entre as figuras 11 e 12), é possível notar um esforço para relacionar o Teste de Chama com os Fogos de Artifício, porém, essa relação não ultrapassa a barreira ilustrativa do fenômeno e, portanto, não se estende em discussões culturais ou históricas relacionadas ao exemplo dado.

É interessante a maneira que o livro didático busca fazer contatos com o cotidiano do estudante, contudo, para a formação de indivíduos críticos é importante o uso de informações de uma maneira que o conteúdo científico pareça menos com curiosidades apresentadas sem muitas discussões e sem o uso do raciocínio.

Figura 12 – Segunda parte das atividades disponíveis no material



» **Cores de alguns metais que compõem os sais usados em fogos de artifício**

Elemento	Cor
Sódio	Laranja
Potássio	Violeta
Cálcio	Vermelho
Cobre	Verde

MOUNTAIN BEETLE/SHUTTERSTOCK.COM

Agora, observe a imagem a seguir.

Fonte dos dados: MODELO Atômico de Bohr. **Laboratório de química – QUI126. UFJF**, 2018. Disponível em: https://www.ufjf.br/quimica/files/2015/06/2018-QUI126-AULA-5-MODELO-AT%c3%94MICO-DE-BOHR.pdf. Acesso em: 7 jul. 2020.

a) Que modelo atômico a imagem representa? Descreva-o.

professora com a pergunta feita pelo estudante?

4. Observe a representação do átomo de oxigênio a seguir.

$^{16}_{8}O$

Preencha a tabela identificando o que se pede: use A = Z + N e lembre-se que em um átomo neutro p = e.

A (número de massa)	
Z (número atômico)	
N (número de nêutrons)	
e (número de elétrons)	

5. Dois jovens estudantes em fase de estudos para prova de química, tinham por hábito fazer um resumo sobre a matéria. Na etapa de atomística veja o que cada um definiu.

Estudante A: Todo átomo é neutro, portanto, não há partículas com cargas em sua estrutura.

Estudante B: Todo átomo é neutro porque possui o mesmo número de prótons e elétrons em sua estrutura.

Reflita sobre as afirmações dos estudantes e, concorde ou refute cada uma delas, justificando sua decisão.

66

Fonte: Godoy; Agnolo; Melo (2020, p. 66)

5.2.2 Livro 2

Figura 13 – Capa e apresentação dos autores do livro 2

MATÉRIA, ENERGIA E VIDA
UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR
O MUNDO ATUAL: QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

Eduardo Mortimer
Andréia Horta
Alfredo Mateus
Danusa Munford
Luiz Franco
Santer Matos
Arjuna Panzera
Esdras Garcia
Marcos Pimenta

editora scipione

MATÉRIA, ENERGIA E VIDA UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR
O MUNDO ATUAL: QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

ENSINO MÉDIO
Ciências da Natureza e suas Tecnologias
MANUAL DO PROFESSOR

Eduardo Mortimer
Danusa Munford
Esdras Garcia
Luiz Franco
Marcos Pimenta
Andréia Horta
Santer Matos
Alfredo Mateus
Arjuna Panzera

1ª edição, São Paulo, 2020

editora scipione

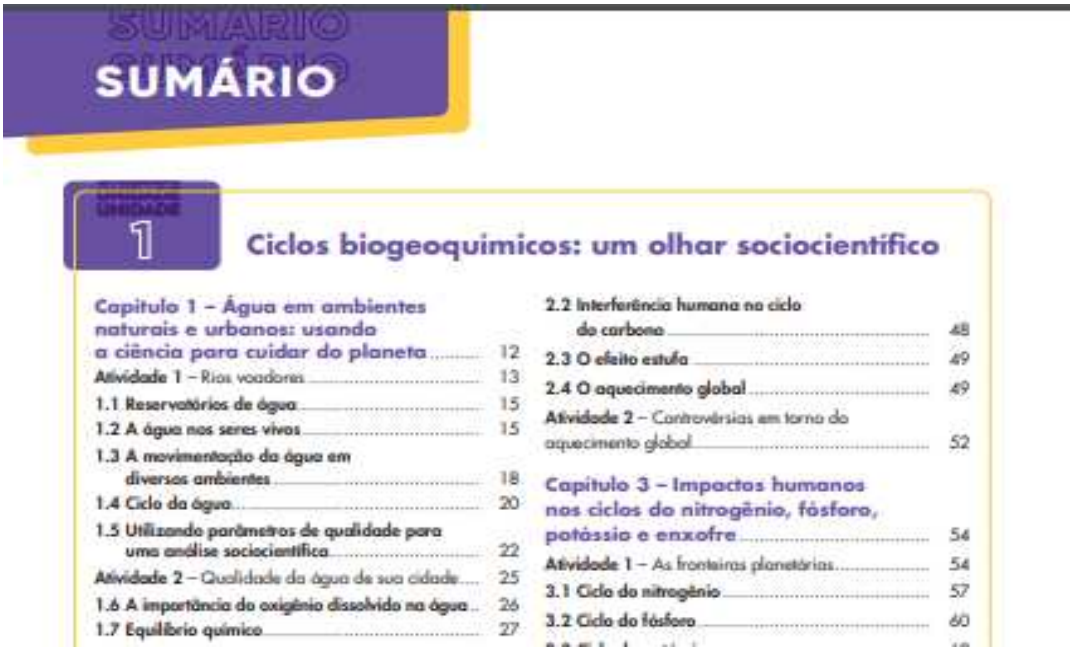
Fonte: Mortimer *et al.* (2020)

O site do PNLD, em sua visão geral sobre o livro revelado na figura 13, o apresenta como uma obra destinada a professores e estudantes de escolas públicas do 1º ao 3º ano do ensino médio, todavia, ao priorizarem a busca por interdisciplinaridade, mostrada no sumário (Figuras 14, 15, 16 e 17), o material deixa evidente a falta de alguns conteúdos usualmente aplicados em aulas de química, conteúdos relevantes para o entendimento integral do próprio escrito em diversas partes.

Eduardo Mortimer é doutor em educação pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e licenciado e bacharel em química pela mesma universidade em Minas Gerais.

Ao contrário do primeiro livro analisado, não é possível encontrar o conteúdo de Modelos Atômicos neste material, sendo assim, se torna evidente a falta de relações com Teste de Chama e Fogos de Artifício e não há base para qualquer relação com cultura e história chinesas além das que foram feitas ao falar sobre o Covid-19.

Figura 14 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 2



SUMÁRIO

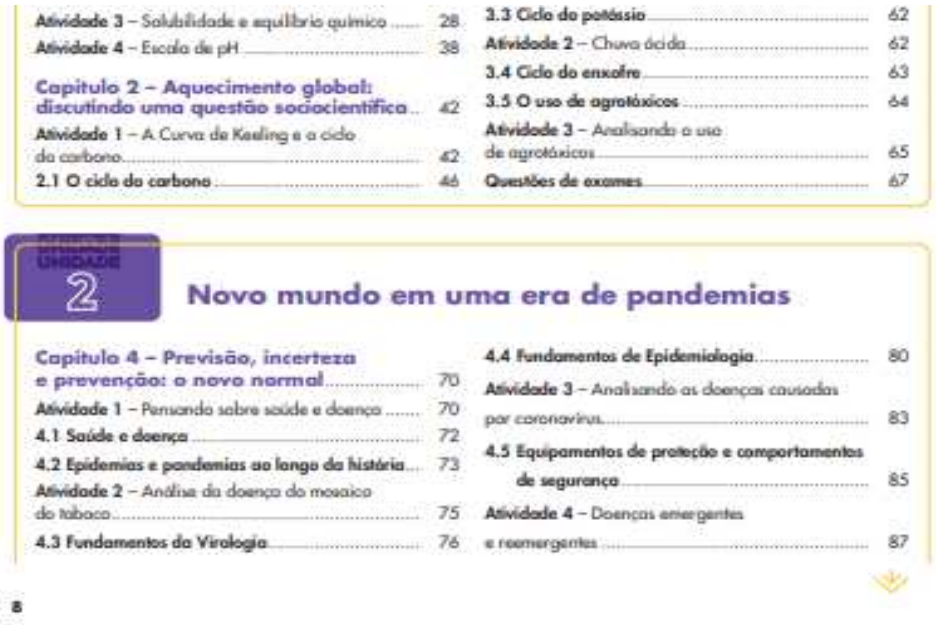
UNIDADE 1

Ciclos biogeoquímicos: um olhar sociocientífico

Capítulo 1 – Água em ambientes naturais e urbanos: usando a ciência para cuidar do planeta 12
Atividade 1 – Rios voadores 13
1.1 Reservatórios de água 15
1.2 A água nos seres vivos 15
1.3 A movimentação da água em diversos ambientes 18
1.4 Ciclo da água 20
1.5 Utilizando parâmetros de qualidade para uma análise sociocientífica 22
Atividade 2 – Qualidade da água de sua cidade 25
1.6 A importância do oxigênio dissolvido na água 26
1.7 Equilíbrio químico 27
2.2 Interferência humana no ciclo do carbono 48
2.3 O efeito estufa 49
2.4 O aquecimento global 49
Atividade 2 – Controvérsias em torno do aquecimento global 52
Capítulo 3 – Impactos humanos nos ciclos do nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre 54
Atividade 1 – As fronteiras planetárias 54
3.1 Ciclo do nitrogênio 57
3.2 Ciclo do fósforo 60

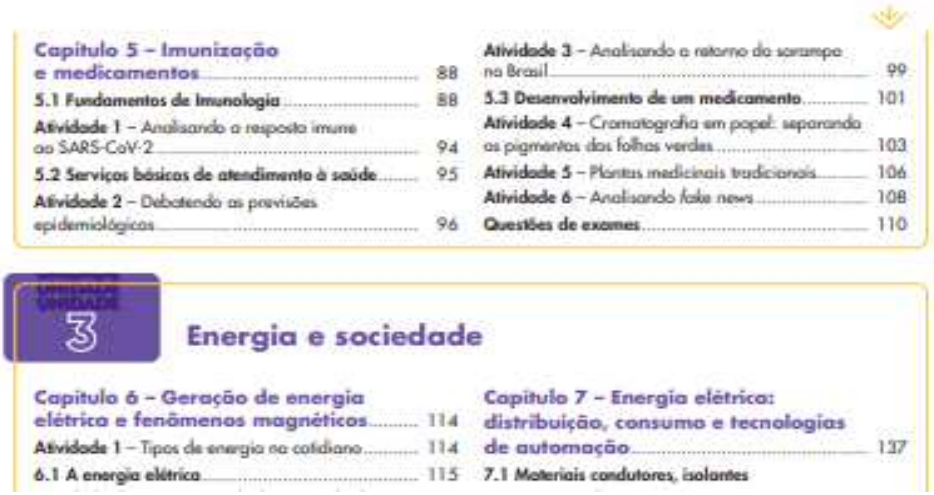
Fonte: Mortimer *et al*. (2020, p. 8)

Figura 15 – Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 2


Atividade 3 – Solubilidade e equilíbrio químico 28
Atividade 4 – Escala de pH 38
Capítulo 2 – Aquecimento global: discutindo uma questão sociocientífica 42
Atividade 1 – A Curva de Keeling e o ciclo do carbono 42
2.1 O ciclo do carbono 46
3.3 Ciclo do potássio 62
Atividade 2 – Chuva ácida 62
3.4 Ciclo do enxofre 63
3.5 O uso de agrotóxicos 64
Atividade 3 – Analisando o uso de agrotóxicos 65
Questões de exames 67
UNIDADE 2
Novo mundo em uma era de pandemias
Capítulo 4 – Previsão, incerteza e prevenção: o novo normal 70
Atividade 1 – Pensando sobre saúde e doença 70
4.1 Saúde e doença 72
4.2 Epidemias e pandemias ao longo da história 73
Atividade 2 – Análise da doença do mosaico do tabaco 75
4.3 Fundamentos da Virologia 76
4.4 Fundamentos de Epidemiologia 80
Atividade 3 – Analisando as doenças causadas por coronavírus 83
4.5 Equipamentos de proteção e comportamentos de segurança 85
Atividade 4 – Doenças emergentes e reemergentes 87
8

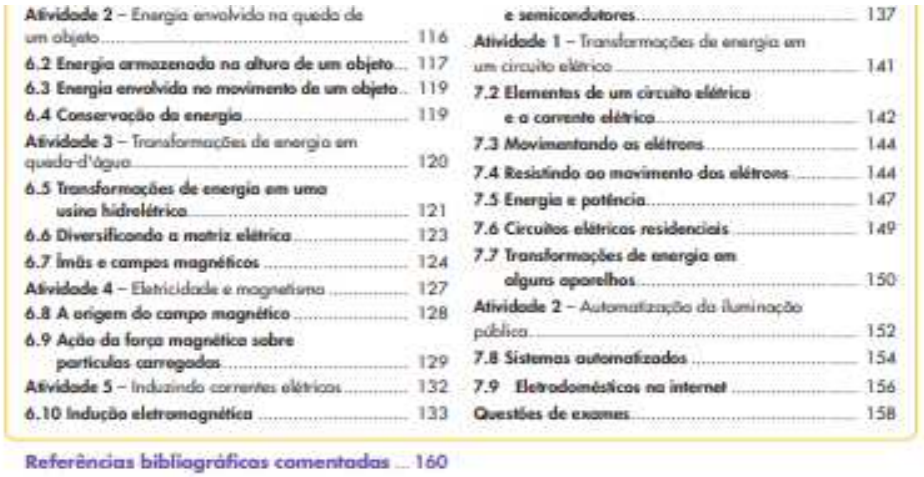
Fonte: Mortimer *et al*. (2020, p. 8)

Figura 16 – Metade superior da segunda parte do sumário do livro 2


Capítulo 5 – Imunização e medicamentos 88
5.1 Fundamentos de Imunologia 88
Atividade 1 – Analisando a resposta imune ao SARS-CoV-2 94
5.2 Serviços básicos de atendimento à saúde 95
Atividade 2 – Debatendo as previsões epidemiológicas 96
Atividade 3 – Analisando o retorno do sarampo no Brasil 99
5.3 Desenvolvimento de um medicamento 101
Atividade 4 – Cromatografia em papel: separando os pigmentos das folhas verdes 103
Atividade 5 – Plantas medicinais tradicionais 106
Atividade 6 – Analisando fake news 108
Questões de exames 110
UNIDADE 3
Energia e sociedade
Capítulo 6 – Geração de energia elétrica e fenômenos magnéticos 114
Atividade 1 – Tipos de energia no cotidiano 114
6.1 A energia elétrica 115
Capítulo 7 – Energia elétrica: distribuição, consumo e tecnologias de automação 137
7.1 Materiais condutores, isolantes

Fonte: Mortimer *et al*. (2020, p. 9)

Figura 17 – Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 2



Atividade 2 – Energia envolvido na queda de um objeto ... 116
6.2 Energia armazenado na altura de um objeto ... 117
6.3 Energia envolvida no movimento de um objeto ... 119
6.4 Conservação da energia ... 119
Atividade 3 – Transformações de energia em queda-d'água ... 120
6.5 Transformações de energia em uma usina hidrelétrica ... 121
6.6 Diversificando a matriz elétrica ... 123
6.7 Ímãs e campos magnéticos ... 124
Atividade 4 – Eletricidade e magnetismo ... 127
6.8 A origem do campo magnético ... 128
6.9 Ação da força magnética sobre partículas carregadas ... 129
Atividade 5 – Induzindo correntes elétricas ... 132
6.10 Indução eletromagnética ... 133
e semicondutores ... 137
Atividade 1 – Transformações de energia em um circuito elétrico ... 141
7.2 Elementos de um circuito elétrico e a corrente elétrica ... 142
7.3 Movimentando os elétrons ... 144
7.4 Resistindo ao movimento dos elétrons ... 144
7.5 Energia e potência ... 147
7.6 Circuitos elétricos residenciais ... 149
7.7 Transformações de energia em alguns aparelhos ... 150
Atividade 2 – Automatização da iluminação pública ... 152
7.8 Sistemas automatizados ... 154
7.9 Eletrodomésticos na internet ... 156
Questões de exames ... 158
Referências bibliográficas comentadas ... 160

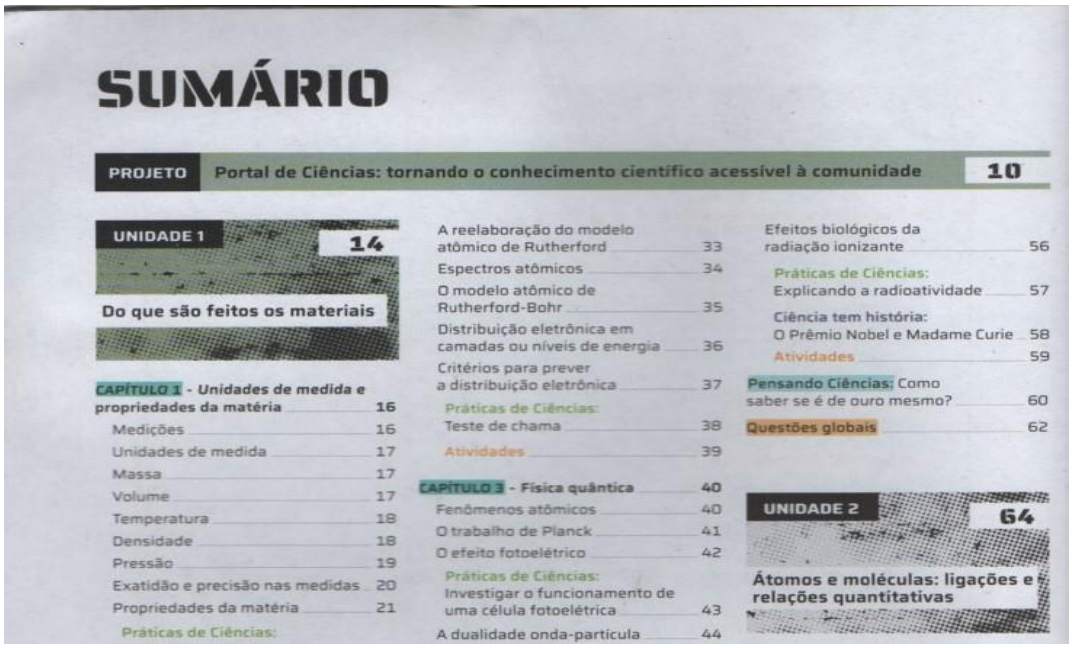
Fonte: Mortimer *et al*. (2020, p. 9)

5.2.3 Livro 3

Figura 18 – Capa e apresentação dos autores do livro 3

Fonte: Fukui *et al.* (2020)

Figura 19 – Metade superior da primeira parte do sumário do livro 3



SUMÁRIO

PROJETO Portal de Ciências: tornando o conhecimento científico acessível à comunidade 10

UNIDADE 1 14

Do que são feitos os materiais

CAPÍTULO 1 - Unidades de medida e propriedades da matéria 16
Medições 16
Unidades de medida 17
Massa 17
Volume 17
Temperatura 18
Densidade 18
Pressão 19
Exatidão e precisão nas medidas 20
Propriedades da matéria 21
Práticas de Ciências:
Duas maneiras de diferenciar líquidos 25
Atividades 26

CAPÍTULO 2 - Modelos atômicos e características dos átomos 28
Aplicações dos raios X 28
Modelos atômicos de Dalton e Thomson 29
O modelo de Rutherford e as partículas fundamentais do átomo 29
Próton, nêutron e elétron 30
Número atômico 31
Isótopos 32
A reelaboração do modelo atômico de Rutherford 33
Espectros atômicos 34
O modelo atômico de Rutherford-Bohr 35
Distribuição eletrônica em camadas ou níveis de energia 36
Critérios para prever a distribuição eletrônica 37
Práticas de Ciências:
Teste de chama 38
Atividades 39

CAPÍTULO 3 - Física quântica 40
Fenômenos atômicos 40
O trabalho de Planck 41
O efeito fotoelétrico 42
Práticas de Ciências:
Investigar o funcionamento de uma célula fotoelétrica 43
A dualidade onda-partícula 44
O princípio da incerteza 45
A descoberta do *spin* 46
A física das partículas elementares 47
Ciência, tecnologia e sociedade:
Iluminação LED: principais benefícios 49
Atividades 50

CAPÍTULO 4 - Física nuclear 51
Medicina nuclear 51
A descoberta da radioatividade 52
Decaimento radioativo 53
Alteração do núcleo atômico 55
Efeitos biológicos da radiação ionizante 56
Práticas de Ciências:
Explicando a radioatividade 57
Ciência tem história:
O Prêmio Nobel e Madame Curie 58
Atividades 59

Pensando Ciências: Como saber se é de ouro mesmo? 60
Questões globais 62

UNIDADE 2 64

Átomos e moléculas: ligações e relações quantitativas

CAPÍTULO 1 - Ligações químicas 66
Introdução ao estudo das ligações químicas 66
Tabela Periódica dos elementos 68
Substâncias iônicas, moleculares e metálicas 69
Ligação iônica 70
Ligação metálica 72
Ciência, tecnologia e sociedade:
Seu telefone nasceu sobre uma montanha de resíduos tóxicos 74
Ligação covalente 76
Ligações simples, duplas e triplas 76

Não escreva no livro.

Fonte: Fukui *et al.* (2020, p. 8)

Figura 20 – Metade inferior da primeira parte do sumário do livro 3

Duas maneiras de diferenciar líquidos 25
Atividades 26

CAPÍTULO 2 - Modelos atômicos e características dos átomos 28
Aplicações dos raios X 28
Modelos atômicos de Dalton e Thomson 29
O modelo de Rutherford e as partículas fundamentais do átomo 29
Próton, nêutron e elétron 30
Número atômico 31
Isótopos 32
O princípio da incerteza 45
A descoberta do *spin* 46
A física das partículas elementares 47
Ciência, tecnologia e sociedade:
Iluminação LED: principais benefícios 49
Atividades 50

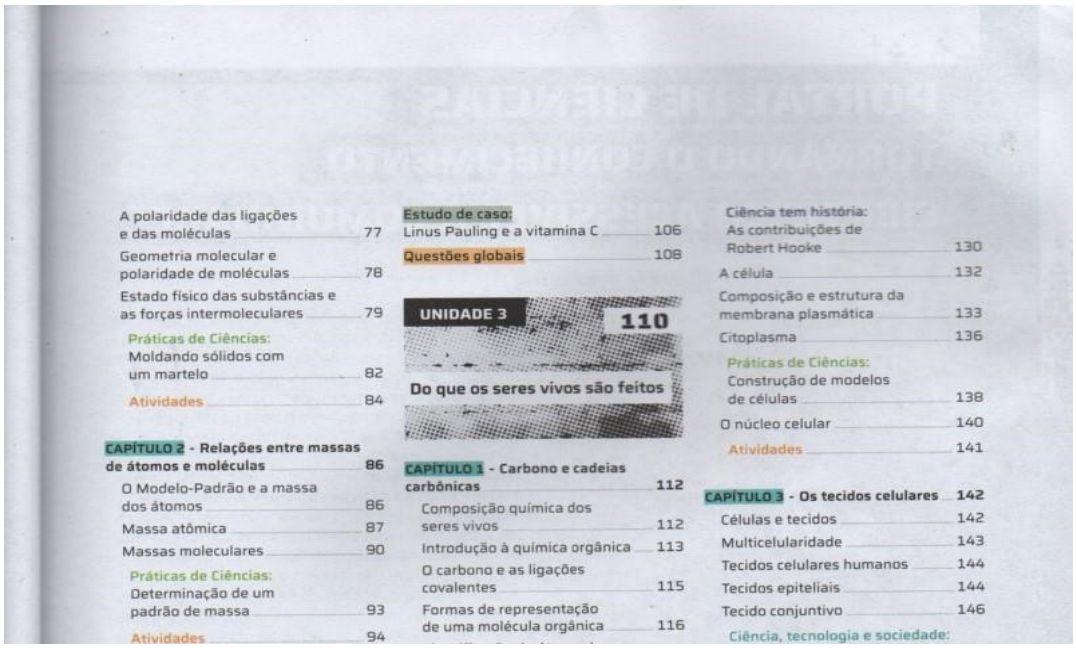
CAPÍTULO 4 - Física nuclear 51
Medicina nuclear 51
A descoberta da radioatividade 52
Decaimento radioativo 53
Alteração do núcleo atômico 55

CAPÍTULO 1 - Ligações químicas 66
Introdução ao estudo das ligações químicas 66
Tabela Periódica dos elementos 68
Substâncias iônicas, moleculares e metálicas 69
Ligação iônica 70
Ligação metálica 72
Ciência, tecnologia e sociedade:
Seu telefone nasceu sobre uma montanha de resíduos tóxicos 74
Ligação covalente 76
Ligações simples, duplas e triplas 76

Não escreva no livro.

Fonte: Fukui *et al.* (2020, p. 8)

Figura 21 – Metade superior da segunda parte do sumário do livro 3


A polaridade das ligações e das moléculas 77
Geometria molecular e polaridade de moléculas 78
Estado físico das substâncias e as forças intermoleculares 79
Práticas de Ciências: Moldando sólidos com um martelo 82
Atividades 84
CAPÍTULO 2 - Relações entre massas de átomos e moléculas 86
O Modelo-Padrão e a massa dos átomos 86
Massa atômica 87
Massas moleculares 90
Práticas de Ciências: Determinação de um padrão de massa 93
Atividades 94
Estudo de caso: Linus Pauling e a vitamina C 106
Questões globais 108
UNIDADE 3 110
Do que os seres vivos são feitos
CAPÍTULO 1 - Carbono e cadeias carbônicas 112
Composição química dos seres vivos 112
Introdução à química orgânica 113
O carbono e as ligações covalentes 115
Formas de representação de uma molécula orgânica 116
Ciência tem história: As contribuições de Robert Hooke 130
A célula 132
Composição e estrutura da membrana plasmática 133
Citoplasma 136
Práticas de Ciências: Construção de modelos de células 138
O núcleo celular 140
Atividades 141
CAPÍTULO 3 - Os tecidos celulares 142
Células e tecidos 142
Multicelularidade 143
Tecidos celulares humanos 144
Tecidos epiteliais 144
Tecido conjuntivo 146
Ciência, tecnologia e sociedade:

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 9)

Figura 22 – Metade inferior da segunda parte do sumário do livro 3

CAPÍTULO 3 - Quantidade de matéria 95
Quantidade de matéria 95
A unidade mol 97
Relação entre mol, massa molar e constante de Avogadro 99
Práticas de Ciências: O mol e a massa molar 100
Ciência tem história: Determinação da constante de Avogadro 103
Atividades 104
Classificação do átomo de carbono nas cadeias carbônicas 117
Classificação das cadeias carbônicas 118
Funções orgânicas 120
Moléculas orgânicas das células vivas 122
Práticas de Ciências: Química dos polímeros 126
Atividades 127
CAPÍTULO 2 - As células 128
Introdução à citologia 128
Observações ao microscópio 129
Pele impressa em 3D substitui animais em teste de cosméticos 149
Tecido muscular 150
Tecido nervoso 152
Práticas de Ciências: Análise de lâminas histológicas 154
Atividades 155
Estudo de caso: Elaborando um cardápio 156
Questões globais 158
Bibliografia comentada 160
Siglas de exames e universidades 160
Não escreva no livro.
9

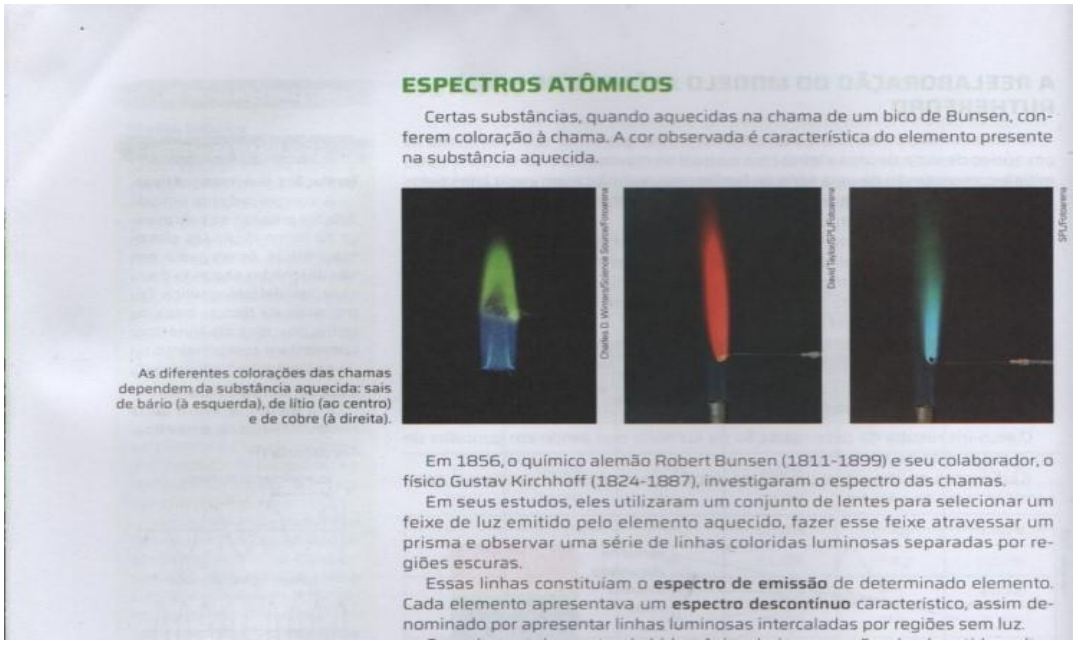
Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 9)

Em comparação com os livros anteriores, esse livro (figura 18) apresenta uma maior organização quanto aos conteúdos de cada disciplina (como pode ser visto nas figuras 19, 20, 21 e 22).

O segundo capítulo, com os conteúdos de aplicações de raios x, modelos atômicos de Dalton e Thomson, o modelo de Rutherford e as partículas fundamentais do átomo, próton, nêutron e elétron, número atômico, isótopos, a reelaboração do modelo atômico de Rutherford, espectros atômicos, o modelo atômico de Rutherford-Bohr, distribuição eletrônica em camadas ou níveis de energia e de critérios para prever a distribuição eletrônica, é completamente químico ao contrário dos próximos que se relacionam com a ciência física.

O capítulo três e quatro, ao tratarem de fenômenos atômicos, o trabalho de Planck, o efeito fotoelétrico, a dualidade onda-partícula, o princípio da incerteza, a descoberta do spin e a física das partículas elementares, a medicina nuclear, a descoberta da radioatividade, o decaimento radioativo, a alteração do núcleo atômico e os efeitos biológicos da radiação ionizante, recebem explicações quanto à física.

Figura 23 – Primeira parte sobre os espectros atômicos



ESPECTROS ATÔMICOS

Certas substâncias, quando aquecidas na chama de um bico de Bunsen, conferem coloração à chama. A cor observada é característica do elemento presente na substância aquecida.

As diferentes colorações das chamas dependem da substância aquecida: sais de bário (à esquerda), de lítio (ao centro) e de cobre (à direita).

Em 1856, o químico alemão Robert Bunsen (1811-1899) e seu colaborador, o físico Gustav Kirchhoff (1824-1887), investigaram o espectro das chamas.

Em seus estudos, eles utilizaram um conjunto de lentes para selecionar um feixe de luz emitido pelo elemento aquecido, fazer esse feixe atravessar um prisma e observar uma série de linhas coloridas luminosas separadas por regiões escuras.

Essas linhas constituíam o **espectro de emissão** de determinado elemento. Cada elemento apresentava um **espectro descontínuo** característico, assim denominado por apresentar linhas luminosas intercaladas por regiões sem luz.

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 34)

Figura 24 – Segunda parte sobre os espectros atômicos

Quando um tubo contendo hidrogênio a baixas pressões é submetido a altas temperaturas ou a uma descarga elétrica, ocorre emissão de radiação eletromagnética. No momento em que o feixe de luz dessa radiação atravessa um prisma, observa-se um espectro descontínuo.

Representação da obtenção do espectro de emissão do hidrogênio: formação de linhas descontínuas e de cores diferentes. Cores-fantasia.

Fonte de pesquisa: KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. *Chemistry and chemical reactivity*. 3. ed. Philadelphia: Saunder College Publishing, 1996. p. 325.

Se outro elemento gasoso é colocado no interior do tubo, obtém-se um espectro diferente. Não há dois elementos químicos com o mesmo espectro de emissão.

Para explicar as características dos espectros atômicos, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) propôs, em 1913, um modelo para o comportamento dos elétrons no átomo. Com esse modelo, ele procurou esclarecer por que os elétrons se mantêm na eletrosfera sem se dirigir para o núcleo e sem colidir com ele.

Bohr sugeriu que a teoria sobre a luz proposta pelo físico alemão Max Planck (1858-1947) poderia ser aplicada ao átomo. Segundo essa teoria, toda a energia do elétron é **quantizada**, ou seja, os elétrons absorvem ou emitem quantidades fixas de energia na forma de pequenos pacotes denominados *quanta*.

ROTEIRO

2. Por que certas substâncias, quando aquecidas na chama de um bico de Bunsen, conferem diferentes colorações à chama?

34

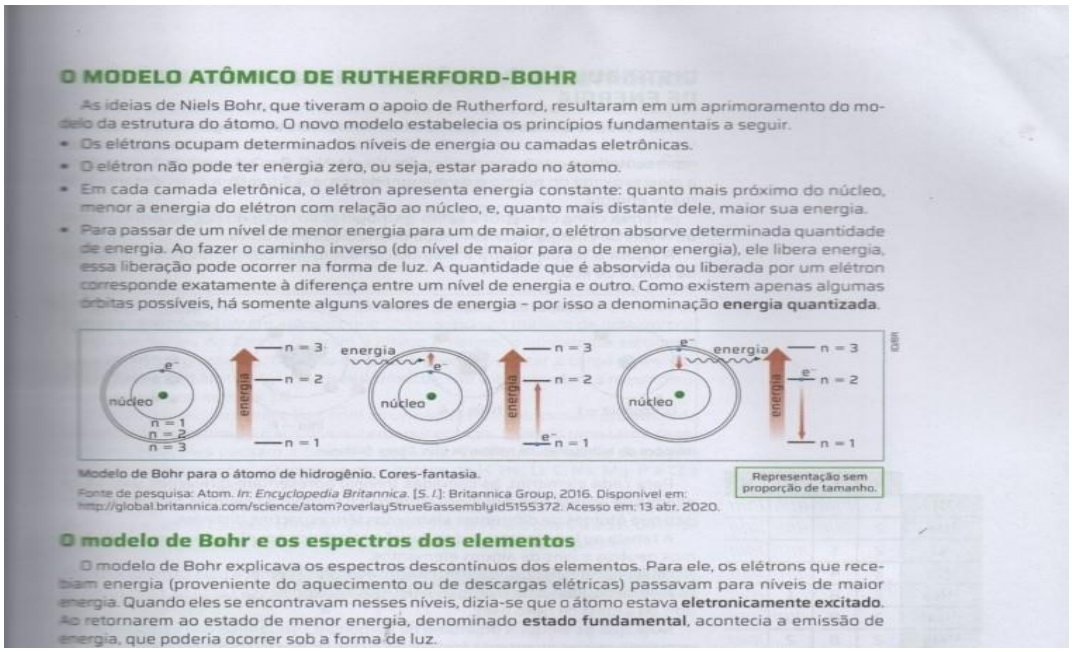
Não escreva no livro.

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 34)

Como visto no sumário (figuras 19 e 20), o segundo capítulo busca elucidar o leitor quanto a modelos atômicos e características dos átomos. Nele, aprende-se um pouco sobre a aplicação de raios x para que se tenha uma contextualização e introdução do conteúdo, sendo o aluno, após isso, guiado para o estudo dos modelos de John Dalton (1766-1844) e Joseph John Thomson (1856-1940), para o entendimento do modelo de Ernest Rutherford (1871-1937) e introdução às partículas fundamentais do átomo, atravessando a dissertação sobre número atômico e número de massa, a descrição da representação de espécies químicas, os conceitos de isótopos, elementos, substâncias simples e compostas e a explanação da reelaboração do modelo de Rutherford e do espectro eletromagnético, antes de iniciar a explicação referente aos espectros atômicos.

Quanto aos espectros atômicos, explica-se nas figuras 23 e 24 que algumas substâncias causam a alteração na coloração da chama de um bico de Bunsen, fala essa que é acompanhada de uma descrição dos experimentos realizados para o estudo dos espectros das chamas e das ideias de Niels Bohr para a confecção de outro modelo atômico: o modelo atômico de Rutherford-Bohr. A explicação quanto ao último modelo pode ser vista nas figuras 25 e 26.

Figura 25 – Primeira parte sobre o modelo de Rutherford-Bohr



O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD-BOHR

As ideias de Niels Bohr, que tiveram o apoio de Rutherford, resultaram em um aprimoramento do modelo da estrutura do átomo. O novo modelo estabelecia os princípios fundamentais a seguir.

- Os elétrons ocupam determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas.
- O elétron não pode ter energia zero, ou seja, estar parado no átomo.
- Em cada camada eletrônica, o elétron apresenta energia constante: quanto mais próximo do núcleo, menor a energia do elétron com relação ao núcleo, e, quanto mais distante dele, maior sua energia.
- Para passar de um nível de menor energia para um de maior, o elétron absorve determinada quantidade de energia. Ao fazer o caminho inverso (do nível de maior para o de menor energia), ele libera energia, essa liberação pode ocorrer na forma de luz. A quantidade que é absorvida ou liberada por um elétron corresponde exatamente à diferença entre um nível de energia e outro. Como existem apenas algumas órbitas possíveis, há somente alguns valores de energia – por isso a denominação **energia quantizada**.

Modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio. Cores-fantasia.

Representação sem proporção de tamanho.

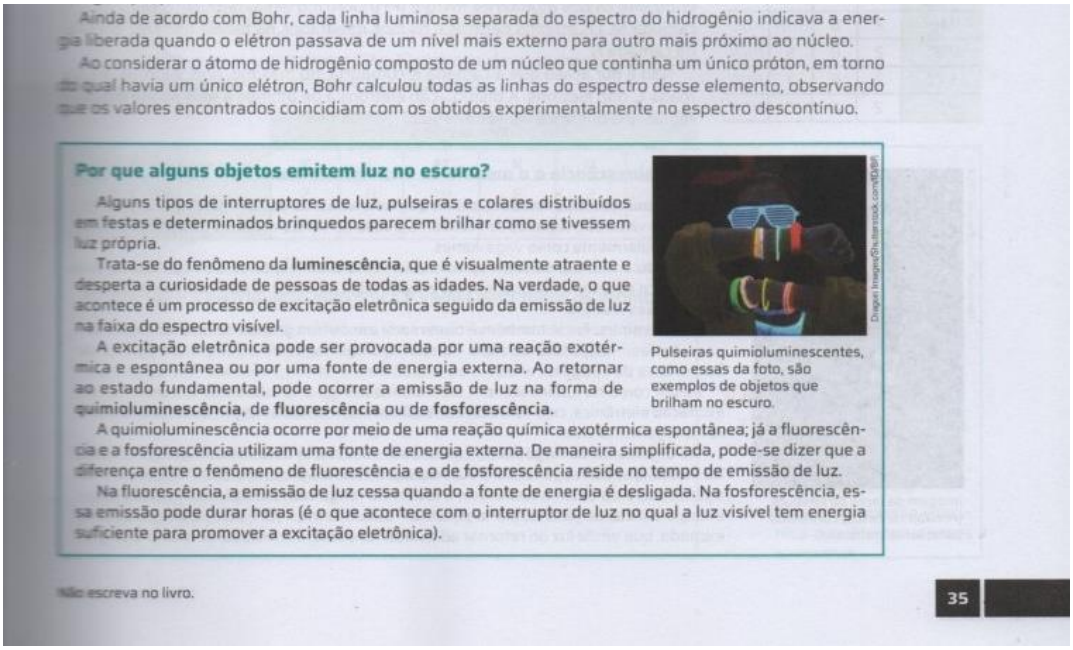
Fonte de pesquisa: Atom. *In: Encyclopedia Britannica*. [*S. l.*]: Britannica Group, 2016. Disponível em: http://global.britannica.com/science/atom?overlay5trueGassemblyid5155372. Acesso em: 13 abr. 2020.

O modelo de Bohr e os espectros dos elementos

O modelo de Bohr explicava os espectros descontínuos dos elementos. Para ele, os elétrons que recebiam energia (proveniente do aquecimento ou de descargas elétricas) passavam para níveis de maior energia. Quando eles se encontravam nesses níveis, dizia-se que o átomo estava **eletronicamente excitado**. Ao retornarem ao estado de menor energia, denominado **estado fundamental**, acontecia a emissão de energia, que poderia ocorrer sob a forma de luz.

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 35)

Figura 26 – Segunda parte sobre o modelo de Rutherford-Bohr



Ainda de acordo com Bohr, cada linha luminosa separada do espectro do hidrogênio indicava a energia liberada quando o elétron passava de um nível mais externo para outro mais próximo ao núcleo.

Ao considerar o átomo de hidrogênio composto de um núcleo que continha um único próton, em torno do qual havia um único elétron, Bohr calculou todas as linhas do espectro desse elemento, observando que os valores encontrados coincidiam com os obtidos experimentalmente no espectro descontínuo.

Por que alguns objetos emitem luz no escuro?

Alguns tipos de interruptores de luz, pulseiras e colares distribuídos em festas e determinados brinquedos parecem brilhar como se tivessem luz própria.

Trata-se do fenômeno da **luminescência**, que é visualmente atraente e desperta a curiosidade de pessoas de todas as idades. Na verdade, o que acontece é um processo de excitação eletrônica seguido da emissão de luz na faixa do espectro visível.

A excitação eletrônica pode ser provocada por uma reação exotérmica e espontânea ou por uma fonte de energia externa. Ao retornar ao estado fundamental, pode ocorrer a emissão de luz na forma de **quimioluminescência**, de **fluorescência** ou de **fosforescência**.

Pulseiras quimioluminescentes, como essas da foto, são exemplos de objetos que brilham no escuro.

A quimioluminescência ocorre por meio de uma reação química exotérmica espontânea; já a fluorescência e a fosforescência utilizam uma fonte de energia externa. De maneira simplificada, pode-se dizer que a diferença entre o fenômeno de fluorescência e o de fosforescência reside no tempo de emissão de luz.

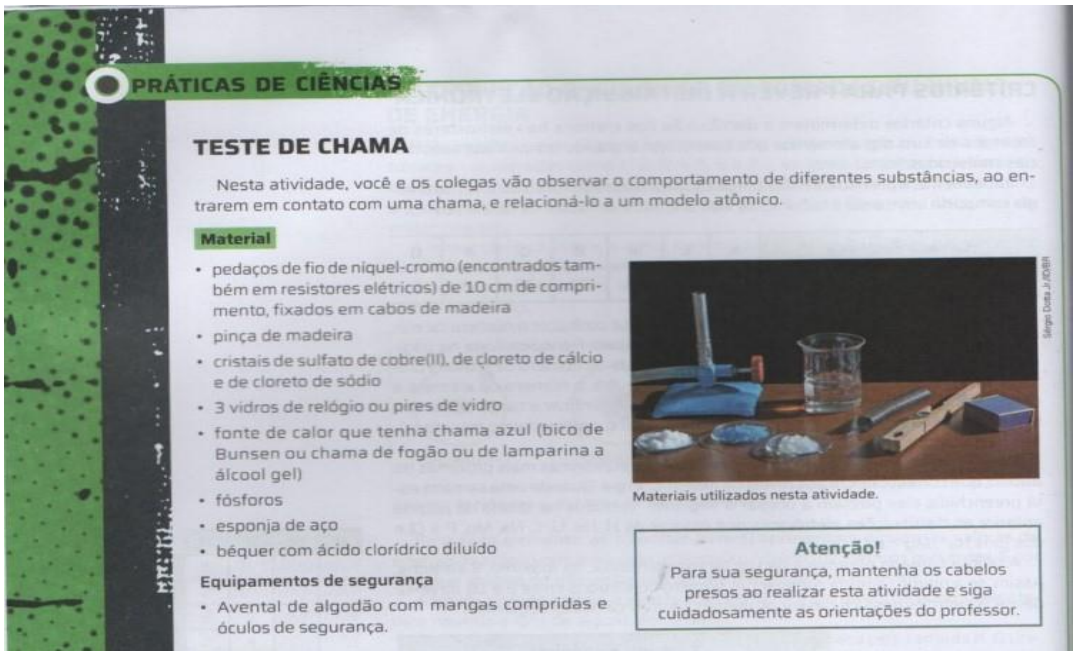
Na fluorescência, a emissão de luz cessa quando a fonte de energia é desligada. Na fosforescência, essa emissão pode durar horas (é o que acontece com o interruptor de luz no qual a luz visível tem energia suficiente para promover a excitação eletrônica).

Não escreva no livro.

35

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 35)

Figura 27 – Primeira parte da proposta de prática dada pelo livro



PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

TESTE DE CHAMA

Nesta atividade, você e os colegas vão observar o comportamento de diferentes substâncias, ao entrarem em contato com uma chama, e relacioná-lo a um modelo atômico.

Material

- pedaços de fio de níquel-cromo (encontrados também em resistores elétricos) de 10 cm de comprimento, fixados em cabos de madeira
- pinça de madeira
- cristais de sulfato de cobre(II), de cloreto de cálcio e de cloreto de sódio
- 3 vidros de relógio ou pires de vidro
- fonte de calor que tenha chama azul (bico de Bunsen ou chama de fogão ou de lamparina a álcool gel)
- fósforos
- esponja de aço
- béquer com ácido clorídrico diluído

Equipamentos de segurança

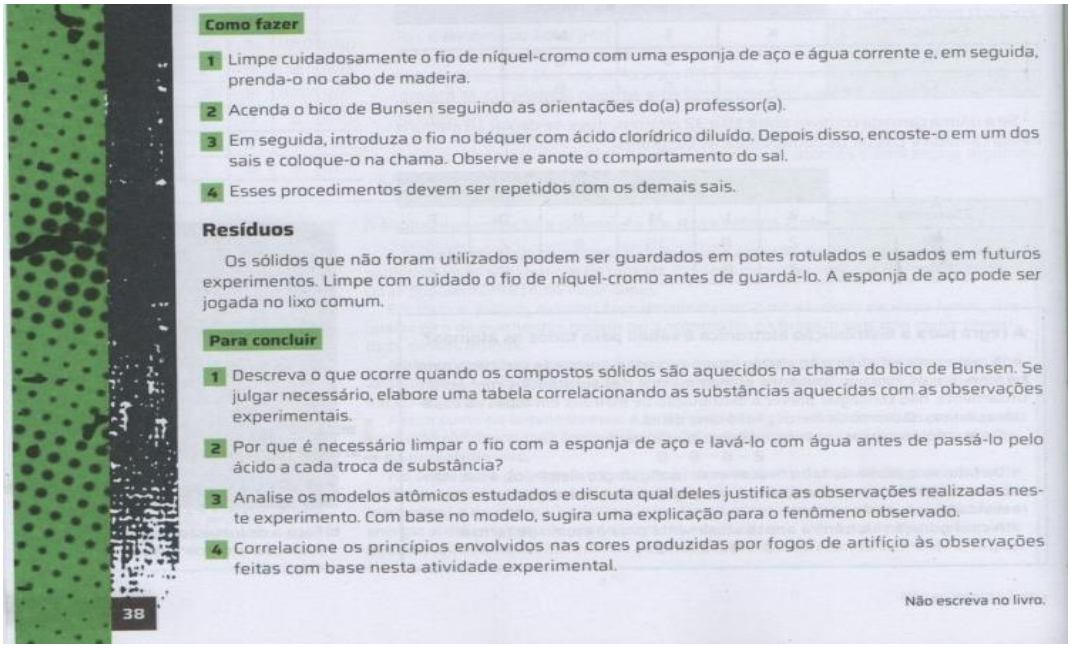
- Avental de algodão com mangas compridas e óculos de segurança.

Materiais utilizados nesta atividade.

Atenção!
Para sua segurança, mantenha os cabelos presos ao realizar esta atividade e siga cuidadosamente as orientações do professor.

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 38)

Figura 28 – Segunda parte da proposta de prática dada pelo livro



Como fazer

1. Limpe cuidadosamente o fio de níquel-cromo com uma esponja de aço e água corrente e, em seguida, prenda-o no cabo de madeira.
2. Acenda o bico de Bunsen seguindo as orientações do(a) professor(a).
3. Em seguida, introduza o fio no béquer com ácido clorídrico diluído. Depois disso, encoste-o em um dos sais e coloque-o na chama. Observe e anote o comportamento do sal.
4. Esses procedimentos devem ser repetidos com os demais sais.

Resíduos

Os sólidos que não foram utilizados podem ser guardados em potes rotulados e usados em futuros experimentos. Limpe com cuidado o fio de níquel-cromo antes de guardá-lo. A esponja de aço pode ser jogada no lixo comum.

Para concluir

1. Descreva o que ocorre quando os compostos sólidos são aquecidos na chama do bico de Bunsen. Se julgar necessário, elabore uma tabela correlacionando as substâncias aquecidas com as observações experimentais.
2. Por que é necessário limpar o fio com a esponja de aço e lavá-lo com água antes de passá-lo pelo ácido a cada troca de substância?
3. Analise os modelos atômicos estudados e discuta qual deles justifica as observações realizadas neste experimento. Com base no modelo, sugira uma explicação para o fenômeno observado.
4. Correlacione os princípios envolvidos nas cores produzidas por fogos de artifício às observações feitas com base nesta atividade experimental.

Não escreva no livro.

38

Fonte: Fukui *et al*. (2020, p. 38)

Nas figuras 27 e 28, os autores do material propõem que o professor da disciplina realize um Teste de Chamas com seus alunos e pedem, na quarta

questão, que eles relacionem os princípios envolvidos nas cores produzidas por fogos de artifício às observações feitas com base na atividade experimental. Todavia, por mais que esse recurso cite e até proponha uma questão para reflexão dos alunos quanto aos Fogos de Artifício, ele também não procura relacionar tal artefato a história ou cultura asiática.

5.3 ETAPA 3

A seguir, serão apresentados os resultados da elaboração da Sequência Didática que objetiva o ensino de estrutura atômica sob o viés cultural e filosófico dos mestres taoístas que possibilite o combate à xenofobia.

A divisão de atividades por dia trabalhado foi feita inicialmente para seguir o padrão apresentado a seguir:

1ª aula (Duração: 1 hora e 40 minutos**):**

1. Realização do 'Teste de Chamas' em sala de aula com materiais alternativos como proposto por Messeder, Santos e Castro (2018) e Santos *et al.* (2023);

2. Após o fim do experimento realizado em uma hora, os alunos serão separados em grupos para levantar hipóteses sobre a mudança de coloração da chama investigando o acontecimento sem a realização de pesquisa;

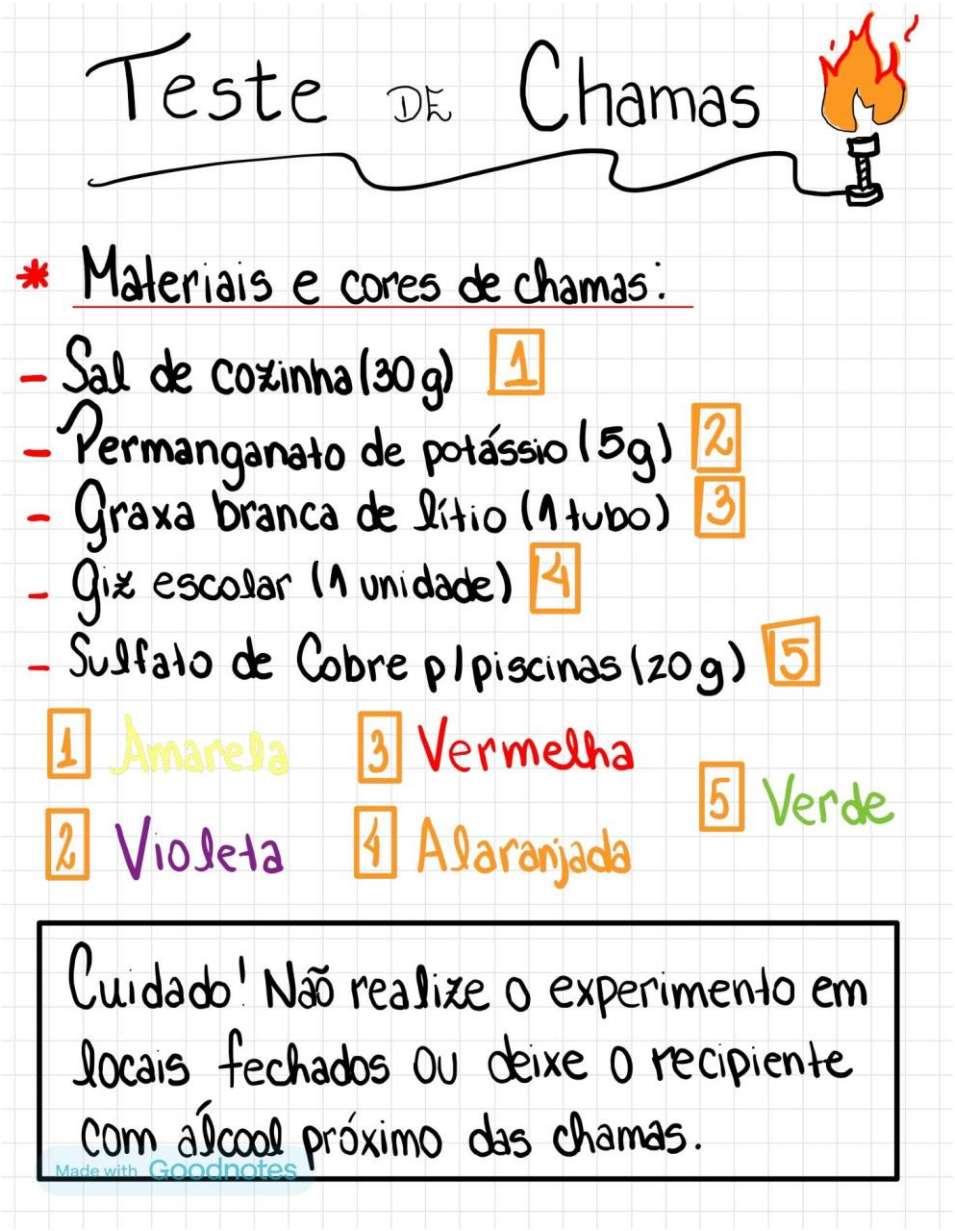
3. Após 10 minutos de debate entre os alunos, o professor entregará uma folha para a anotação de suas concepções iniciais;

4. O professor deixará como atividade para casa a tarefa de pesquisa individual do que viram, sendo assim, os discentes devem apresentar tanto a parte histórica quanto a sua explicação do fenômeno elaborada mediante pesquisa;

Na primeira aula, os alunos não receberão explicações sobre o que ocorreu durante a queima das substâncias, portanto, o estudante deve atuar investigando o que motiva a mudança de cor das chamas. Nesse primeiro momento, a pesquisa histórica não será norteada, ou seja, os discentes devem apenas buscar explicações na internet, em livros ou em vídeos que abordam a história de tal conhecimento.

Para a realização do teste de chamas com materiais alternativos proposto por Messeder, Santos e Castro (2018) e Santos *et al.* (2023), foi elaborado o seguinte roteiro elaborado mediante o uso do aplicativo “Goodnotes”:

Figura 29 – Primeira página do roteiro



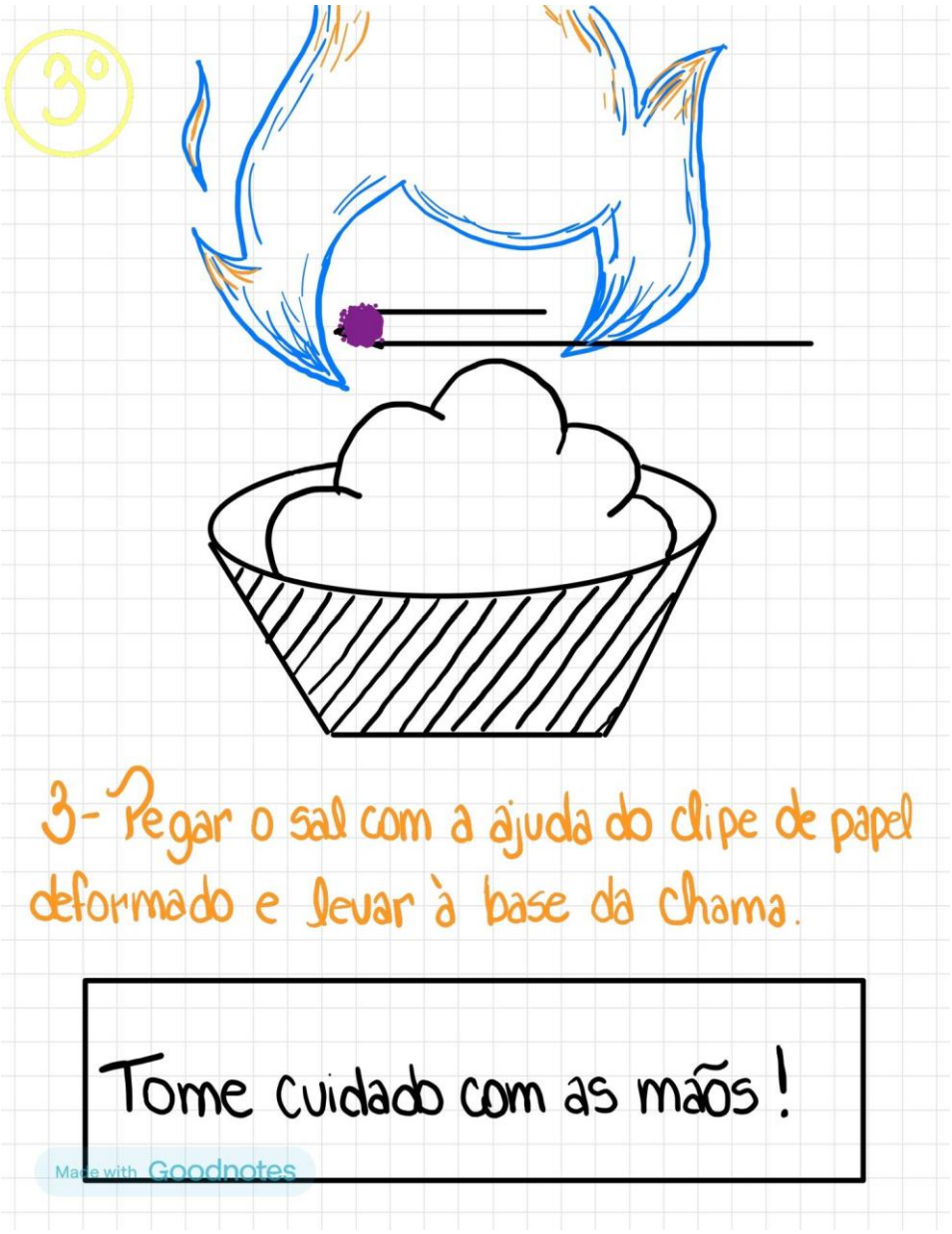
Fonte: A autora (2024).

Figura 30 – Segunda página do roteiro

Fonte: A autora (2024).

As figuras 29 e 30 mostram a montagem do aparato que substituirá o Bico de Bunsen que dificilmente é encontrado em escolas de rede pública ou particular no ensino regular. Os desenhos ilustram de maneira dinâmica o passo-a-passo e lembram constantemente algumas questões de segurança necessária para uma boa aplicação.

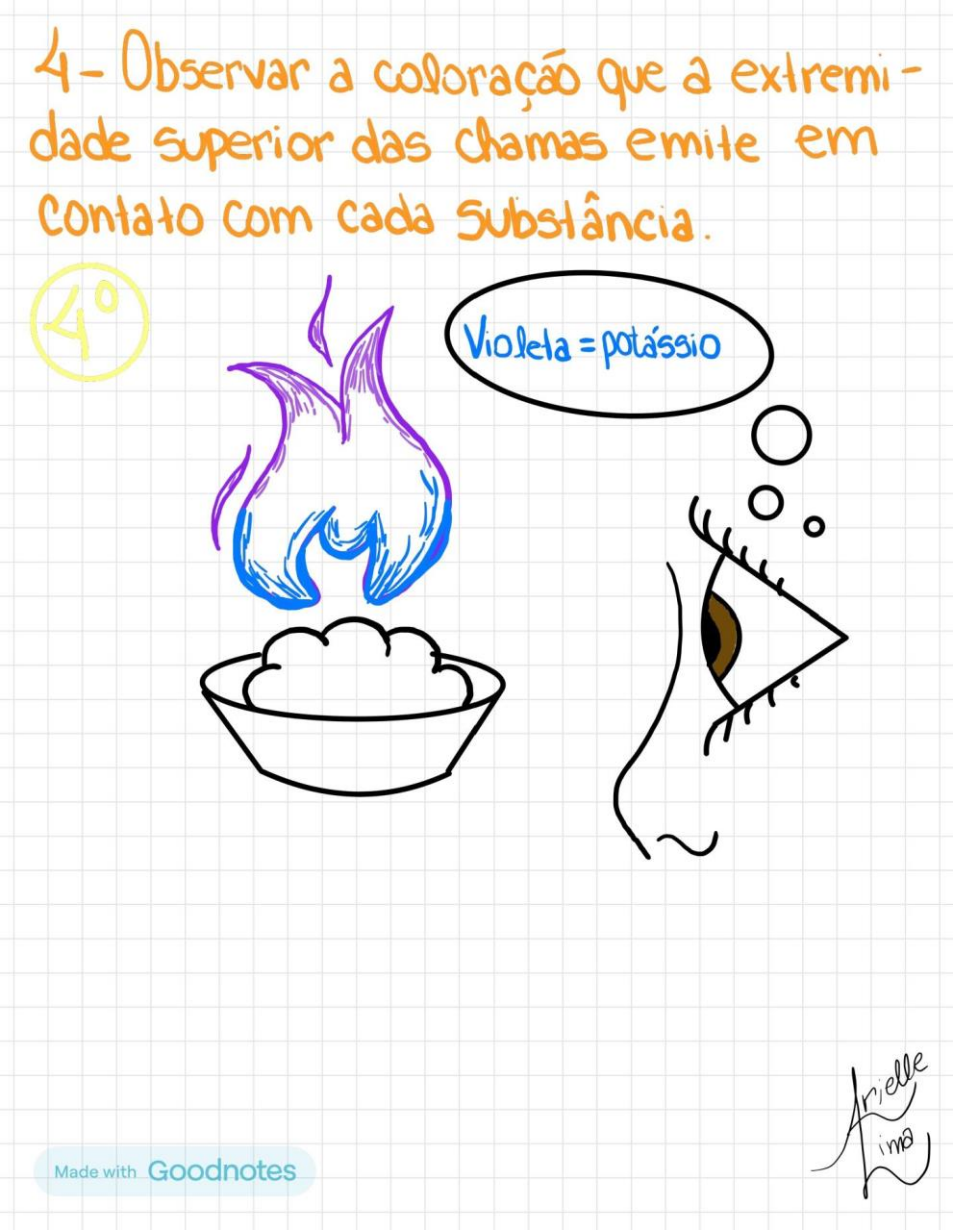
Figura 31 – Terceira página do roteiro



Fonte: Autora (2024).

A figura 31 mostra o momento em que se iniciam as adições das substâncias às chamas. As escolhas feitas quanto aos materiais que mudarão o visual das chamas se devem a facilidade em encontrar esses em mercados, lojas de materiais de construção ou farmácias, contudo, outros materiais apresentados na pesquisa de Messeder, Santos e Castro (2018) poderiam substituir tranquilamente qualquer um dos listados na figura 29.

Figura 32 – Quarta página do roteiro



Fonte: A autora (2024).

O final da experimentação está descrito na figura 32 de modo a encarregar à observação o momento para o raciocínio do que foi visto ao longo da prática. Dessa maneira, após a realização de todas as etapas dessa primeira aula, espera-se que o aluno tenha tido um papel relevante em seu processo de ensino-aprendizagem ao investigar as causas da mudança durante discussões em grupos e mediante a realização de pesquisas em sua residência.

2ª aula (Duração: 1 hora e 40 minutos**):**

5. Em um segundo momento, os estudantes receberão a folha com suas ideias iniciais e devem comparar o que escreveram na primeira aula como que aprenderam durante sua pesquisa no decorrer de 30 minutos da aula;

6. Para a finalização da sequência didática, os alunos recebem a tarefa de buscar para a próxima semana a relação entre a estrutura atômica e os Fogos de Artifício, apresentando a história da elaboração desse artefato.

Dessa forma, os estudantes serão guiados para o estudo da história e cultura chinesas e podem correlacionar o que aprenderam sobre estrutura atômica com uma invenção presente no cotidiano brasileiro.

3ª aula (Duração: 1 hora e 40 minutos**):**

7. A turma apresenta os resultados de suas pesquisas durante uma discussão em que cada grupo tem dez minutos para expor os frutos de sua pesquisa (totalizando cinquenta para a turma inteira);

8. Esperando-se o uso de 20 minutos, os alunos são questionados sobre as dificuldades (ou facilidades) que tiveram durante o período de busca por explicações, os motivos que levam a ausência dessa abordagem histórico-científica em seus livros didáticos e a existência (ou não) dessa abordagem histórica nas suas fontes iniciais;

9. Usando dez minutos da aula, o professor questiona os pensamentos que surgem em seus alunos ao pensarem na China e, consequentemente, na cultura chinesa;

10. Após escutar as respostas de seus alunos, o professor apresenta a reportagem “Pandemia de Coronavírus gera racismo e xenofobia contra população asiática” do Jornal da Vida e gera reflexões sobre o papel da cultura na sociedade antes de destacar criações chinesas presentes no cotidiano (como o papel, a pólvora e os fogos de artifício) de modo a valorizar aspectos culturais-científicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da pesquisa em formato “Estado do Conhecimento” foram evidenciados trabalhos que trilham um caminho similar ao presente Trabalho de Conclusão de Curso, destacando objetivos atuais de pesquisadores da área do Ensino de Química na contextualização do conhecimento científico. Todavia, dentre os textos que abordavam o conteúdo de estrutura atômica, nenhum apresentou correlações entre o ensino de tal conhecimento químico e suas raízes em países que tiveram as contribuições à ciência apagadas e escondidas pela supervalorização de produções europeias.

A partir da investigação dos livros didáticos de ciências da natureza aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021, foi identificada a falta de relações entre o conteúdo de Estrutura Atômica com a cultura e história chinesas. Sendo assim, evidencia-se que a discussão sobre a colonialidade dos conhecimentos científicos, embora debatida por diversos cientistas, ainda não gerou resultados significativos nos materiais didáticos distribuídos aos estudantes brasileiros de rede pública, mesmo que tal abordagem possibilite a identificação de alunos não-europeus com a produção de conhecimento científico. É notório, portanto, que contribuições realizadas por cientistas europeus ou vindos dos Estados Unidos são mais comuns em livros de química, o que possibilita a reflexão da formação de uma imagem de ciência masculina, branca e europeia/norte americana.

Antes do início nas pesquisas, acreditava-se que materiais bibliográficos, como livros, artigos, dissertações e teses, não abordavam a importância dos alquimistas chineses ao tratarem de estrutura atômica. Essa hipótese se confirma após a verificação dos resultados da etapa 1 e 2, pois não foram encontradas correlações em livros didáticos ou nos materiais disponíveis em portais como o Google Acadêmico e o Catálogo de Teses e Dissertações.

Ao final desse trabalho, o uso da Sequência Didática se apresenta como um meio para debater e contextualizar o conhecimento científico, correlacionar as contribuições dos estudos gerados por aspectos culturais e religiosos dos ancestrais

chineses ao Teste de Chamas, gerar discussões sobre a ausência de conhecimentos plurais em livros didáticos e ensinar o conteúdo de estrutura atômica sob o viés cultural e filosófico da alquimia chinesa. Dessa forma, espera-se que os discentes relacionem a pergunta às questões culturais e sociais que envolvem os processos de produção de conhecimento e percebam que a ausência de contribuições chinesas nos materiais didáticos está diretamente ligada a xenofobia e a marginalização contra os alquimistas chineses em detrimento aos usualmente destacados em algumas produções, os alquimistas europeus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZAWA, P. ESTUDOS CULTURAIS: as identidades orientais e acidentais dentro do espaço escolar. **Revista Percursos**, v. 13, n. 01, p. 168–183, jan./jun. 2012. Disponível em: https://revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/2029/2073. Acesso em: 23 ago. 2024.

ARAÚJO, D. L. O que é (e como se faz) sequência didática? **Entrepalavras,** v. 3, n.1, p. 322-334, jan./jul. 2013. ISSN 2237-6321. Disponível em: http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/148. Acesso em: 10 jul. 2024.

BARBOSA, A. C.; SILVA, J. S. Geografia e Representações Sociais: estado da arte. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v. 13, n. 21, p.147-162, mai./ago. 2017. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6945/3880. Acesso em: 10 jun. 2024.

BOTACINI, G. Imigração chinesa no Brasil completa 120 anos ainda como alvo de racismo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, ago. 2020. Cotidiano. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/08/imigracao-chinesa-no-brasil-completa-120-anos-ainda-como-alvo-de-racismo.shtml. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Lex:** Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, v. 1, p. 1-9, jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

CANÔNICO, M. A. Relação bilateral entre Brasil e China vive ápice aos 50 anos. **O Globo**: 23 jan. 2024. Valor Econômico. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/brazil-china-meeting/noticia/2024/01/23/relacao-bilateral-entre-brasil-e-china-vive-apice-aos-50-anos.ghtml>. Acesso em: 28 ago. 2024.

CAPARROZ, L. Os primeiros fogos de artifício eram bolsões de ar estourando em caules de bambu. Super Interessante, 2023. Disponível em: https://super.abril.com.br/historia/os-primeiros-fogos-de-artificio-eram-bolsoes-de-ar-estourando-em-caules-de-bambu#:~:text=A%20origem%20da%20pirotecnia%20%C3%A9,ar%20no%20interior%20do%20caule. Acesso em: 20 mar. 2024.

CEYHAN, F. Brasil e China tratam de cooperação na área da educação. **O Mundo Diplomático**, Brasília, jun. 2023. Embaixadas e Diplomacia. Disponível em:

<https://omundodiplomatico.com.br/2023/06/08/brasil-e-china-tratam-de-cooperacao-na-area-da-educacao/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 62º, 2023, Natal. **Anais [...]**. Natal: Associação Brasileira de Química, 2023. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2023/trabalhos/6/24792-30037.html. Acesso em: 10 jun. 2024.

CRUZ, E. A. S.; OLIVEIRA, L. F. Penso, mas não existo!: invisibilidade da África nos Currículos de História do Rio de Janeiro. **Gavagai:** Revista Interdisciplinar de Humanidades, Rio Grande do Sul, v.3, n.1, p.119-141, jan./jun.2016. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/GAVAGAI/article/view/8969. Acesso em: 17 jan. 2024.

FARIAS, R. F. **História da Alquimia**. Campinas: Editora Átomo, 2011.

FERREIRA, N. S. A. As Pesquisas Denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/es/a/vPsyhSBW4xJT48FfrdCtqfp/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 jun 2024.

FRASER, N. **Da redistribuição ao reconhecimento?Dilemas da justiça numa era “pós-socialista**. Tradução: Julio Assis Simões. São Paulo: Cadernos de Campo, 2006. 382 p. Disponível em: https://revistas.usp.br/cadernosdecampo/article/view/50109. Acesso em: 13 fev. 2024.

GRUPO DE PESQUISA CNPQ GEOPOLÍTICA E MERCOSUL. Chega ao Brasil a 1ª escola chinesa: uma história sobre excelência, superação e soft power. **CNPQ**, 2021. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/geomercosul/2021/05/14/chega-ao-brasil-a-1a-escola-chinesa-uma-historia-sobre-excelencia-superacao-e-soft-power/. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

JOHNSON, O. S**. A Studyof Chinese Alchemy**. Edição reimpressa. Nova York: Arno Press, 1981. Disponível em: https://archive.org/details/studyofchineseal0000john/page/n7/mode/2up. Acesso em: 12 out. 2023.

KOPS, D. **Fireworks and Other Chinese Inventions**. 1. ed. Massachusetts: Newbridge**,** 2006. Disponível em: https://archive.org/details/fireworksotherch0000kops/page/n3/mode/1up?view=theater. Acesso em: 10 set. 2023.

LANDER, E. A **Colonialidade do Saber**: eurocentrismo e ciências sociais. 1ª Edição. Buenos Aires: Rede de Bibliotecas Virtuais de Ciências Sociais da América Latina e do Caribe, set. 2005.

LEEMBRUGGEN, M.; KING, E.; MARTIN, C.; WEERASOORIYA, S. AncientChemistry: Fireworks in China. **A World ofWomen in STEM**, 2022.

Disponível em: https://www.wowstem.org/post/ancient-chemistry-fireworks-in-china. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023. e-ISSN: 1982-5587. DOI: https://doi.org/10.21723/riaee.v18i00.17958

MACEDO, E. A IMAGEM DA CIÊNCIA: folheando um livro didático. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 25, n. 86, p.103-129, abr. 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-73302004000100007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/es/a/Ngxp4HwXpmpG7b87N7rmyFB/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 jan. 2024.

MAUL, J. P. **Experiments in Chinese Alchemy**. 1967. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência) - Instituto de Técnologia de Massachusetts, Massachusetts, 1967.

MESSEDER, J. C.; SANTOS, R. L. L.; CASTRO, D. L. Variações de ensaios de chamas como propostas experimentais para o ensino de Química. **Educação Química en Punto de Vista**, v.2, n.1, p.144-160, 2018.

NUNES, C. R., *et al.*TESTE DA CHAMA: uma perspectiva sobre transição eletrônica para alunos do ensino médio do IFAM. **Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia**, Amazônia, v. 1, n. especial, p. 1, jul. 2019.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª edição. Rio Grande do Sul: Editora Feevale, 2013.

SACRAMENTO, I.; MONARI, A. C. P.; CHEN, X. O vírus do morcego: fake news e estereotipagem dos hábitos alimentares chineses no contexto da Covid-19. **Comunicação & Inovação**, São Caetano do Sul, v.21, n. 47, p. 82-98, 29 set. 2020.

SAMUELS, C. **Technology in Aancient China**. 1. ed. Nova Iorque: Gareth Stevens Publishing, 2014. Disponível em: https://archive.org/details/technologyinanci0000samu/page/n5/mode/1up?view=theater. Acesso em: 15 out. 2023.

MACIEL, M. M.; LEITE, F. A. A REALIZAÇÃO DO TESTE DE CHAMA: possibilidades na aprendizagem em química. *In:* SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2019, Fronteira Sul. **Anais [...]**. Fronteira Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019, p. 1-2. ISSN 2317-7489. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/view/12141/8923>. Acesso em: 10 jun. 2024.

CIVIERO, P. A. G.; LIVRAMENTO, S.; OLIVEIRA, F. P. Z.; FRONZA, K. R. K. UMA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA: Intersecções de temas de História e Filosofia da Ciência. *In:* SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 15., 2016, Santa Catarina. **Anais [**...**]**. Santa Catarina: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2016, p. 1-16. Disponível em: <https://www.15snhct.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473816361_ARQUIVO_ARTIGOHFC.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SOARES, M. **Alfabetização no Brasil**: O Estado do Conhecimento. Brasília: INEP/MEC, 1989.

SOTH, A. ElixirsofImmortal Life Were a DeadlyObsession. **JSTOR Daily**, 2018. Disponível em: https://daily.jstor.org/elixir-immortal-life-deadly-obsessions/. Acesso em: 20 out. 2023.

VALENTIM, L. M. O.; PINHEIRO, A. A. G.; SOUZA, F. L. M. Integração Decolonial no Ensino de Química. **Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências – RIEC**, v. 7, n. 2, p. 386-404, 2024. DOI: https://doi.org/10.1000/riec.v7i2.416.

ZACARIAS, S. **PNLD 2021: Ensino Médio**. GOV-BR, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/encontros/arquivos/ApresentaoPNLD2021EnsinoMdioObjeto2_Resultado_PNLD2021.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.